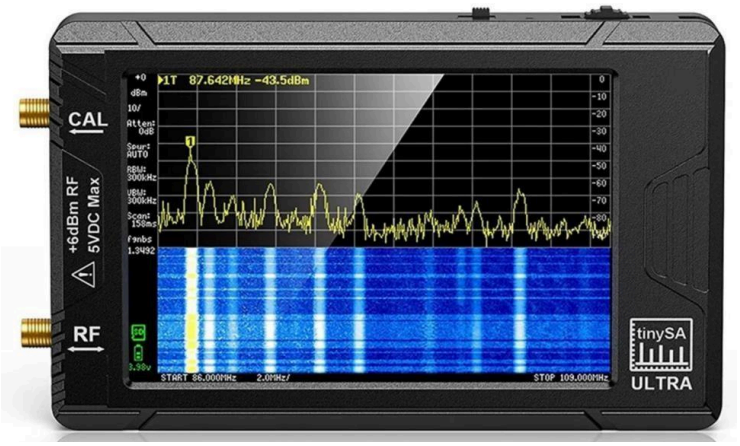
**By order of the Ground Forces Training Command**

# Attitude
# Practical application of the spectrum analyzer «TINY SA ULTRA» для

# execution of combat tasks




***RESTRICTIONS ON DISTRIBUTION:****there are no distribution restrictions.*

**Author Sergey Beskrestnov (Flash)**

**Kyiv, October 2023**

**Document content:**

1. general information

2. Recommendations for working with the device

3. Practical combat application

3.1 Checking the VHF and UHF frequency bands for interference or activity

3.2 Checking frequency bands for interference or activity of EW (both own and others) based on satellite navigation signals

3.3 Checking the frequency ranges for the presence of interference or presence of EW activity (both own and others) on UAV control channels and video signal reception channels

3.4 Fixation and identification of "winged" reconnaissance UAVs of the Russian Federation

3.5 Fixation and identification of ""winged attack UAVs of the Russian Federation with the possibility of their bearing (Lancet, Zala)

3.6 Fixation with the possibility of direction finding of quadcopters DJI, AUTEL

3.7 Fixation with the possibility of direction finding of FPV quadcopters

3.8 Fixation with the possibility of direction finding of WiFi points on the enemy's positions

3.9 Other application options

4. Direction finding of signal sources by triangulation method

5. Determining the distance to the target

## 1. general information

The Tiny Sa Ultra spectrum analyzer (further referred to as the device) is a portable spectrum analyzer with a built-in battery that allows you to receive and examine radio signals in the frequency range up to 6 GHz.

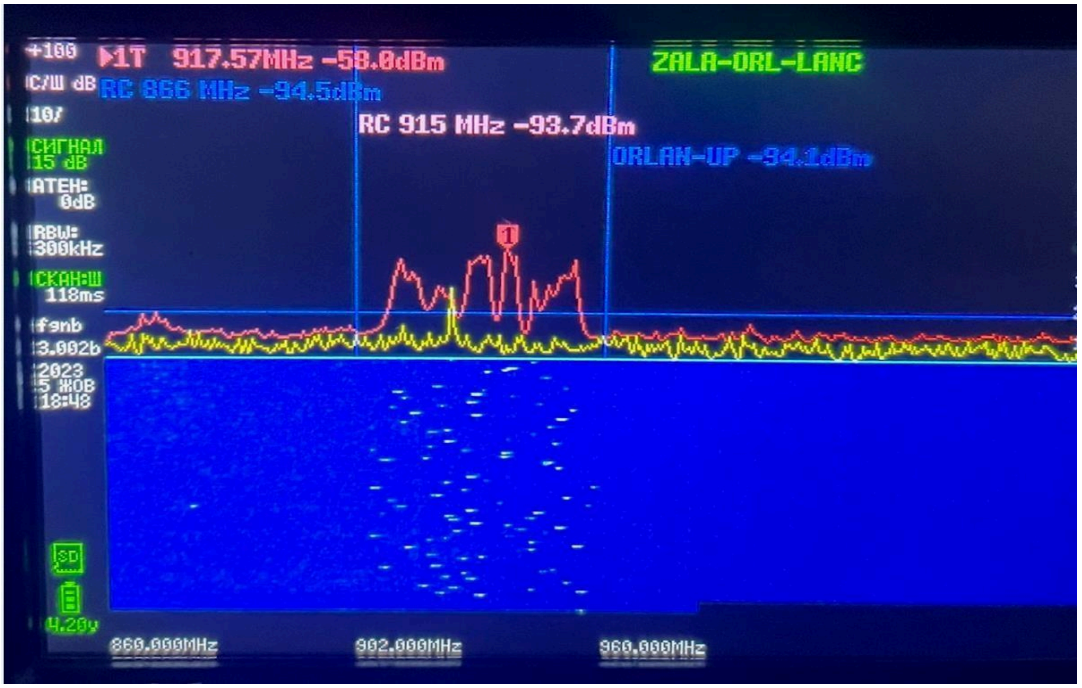
The device has many settings, but the general logic of working with it is simple: the vertical axis displays the signal level in decibels, and the horizontal frequency range.

Therefore, any signal will be displayed«bursts" on the yellow line screen. The red line has been added to show the maximum "spike" values.

Since signals can appear and disappear very quickly (and modern digital signals are generally difficult to track by "bursts"), the device implements a solution called a "waterfall". Under the yellow line on a blue background, you can see signals "expanded in time" that the device caught, but you did not have time to notice with your eyes.

"Waterfall" is a downward-creeping tape on which signal marks are placed. You are familiar with this principle from the device that makes a cardiogram.

The stronger the signal, the higher the yellow splashes will be, and the dots on the waterfall will be bolder and change color to red.




*Note: This instruction can also be used to work with any SDR receivers and spectrum analyzers that have similar characteristics.*

## 2. Recommendations for working with the device

*The device is passive, does not emit anything, and is not fixed by the enemy's PEP.*

1. For more convenient and simple use of the device, a special Ukrainian-language firmware with a full set of ready-made ranges and settings should be installed on it. Firmware and installation and configuration instructions are available from the authorwww.facebook.com/bkmit Turn over note that the author has protected the firmware from the enemy and you will need to give the author the serial number of your device and then, after installing the firmware, enter the activation code into the device.

2. A fully charged device works from the built-in battery for about 2 hours, for longer operation it should be connected via a wire "type C" to an external power source. Charging time of the built-in battery is 1 hour.

3. The device has a built-in signal amplifier (LNA, Ukrainian MSHP), if you use an external amplifier, then the internal one must be disabled by removing the check mark in the menu.

4. It is recommended to use an external amplifier with a gain of 20-30 dB. Be sure to pay attention to the range of the amplifier. If you the 5.8 GHz range is important, then an external amplifier is required. With an internal amplifier at 5.8 GHz, the device does not work well.

*Signal amplifier*

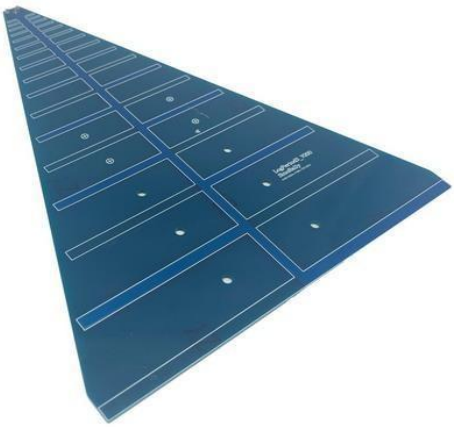
5. The device reflects very strongly in the sun, be sure to use protective visors and matte films as a protection option.

6. Do not bring the device closer than 3 meters to anti-drone guns and do not point the antenna directly at them.

7. Any antennas and feeders with a resistance of 50 Ohm can be connected to the device through a standard SMA connector. For direction finding of signal sources and amplification of weak signals you need directional antennas (for example wave channel) that are tuned to the desired range. For example, 900 MHz antennas are suitable for receiving Russian UAV and FPV signals from mobile signal amplifiers. To receive drone signals on 2.4 GHz and 5.8 GHz are suitable directional antennas from WiFi.

*Directional antenna wave channel*

8. The well-known logoperiodic "triangle" antenna is a compromise. It works on all bands, but has poor gain and does not allow accuracy orientate objects.



9. On Youtube you will find many video lessons on using the device.

10. An example of the connection option Analyzer + Amplifier + Powerbank + 2.4 GHz antenna

11. Antennas of transmitters have a certain polarization. Therefore, when receiving signals by turning the antenna around the axis horizontally or vertically, you can achieve a significant improvement in the reception signal. You must first work with the antenna in a vertical position.

## 3. Practical combat application

The Tiiny SA Ultra portable spectrum analyzer can be used for the following areas of military activity:

A. Checking the frequency ranges for the presence of interference or the presence of EW activity (both own and others)

- by satellite navigation signals (suppression of GPS Starlink module)

- by communication frequencies and reception frequencies of UHF and VHF repeaters

- UAV control channels

- channels for receiving video signals from UAVs

B. Fixation and identification of winged reconnaissance UAVs with the possibility of their bearing

V. Fixation and identification of winged attack UAVs with the possibility of their bearing (Lancet, Zala)

D. Fixation with the possibility of direction finding of quadcopters, FPV drones,

DJI, AUTEL D. Fixation with the possibility of direction finding of WiFi points at

enemy positions E. Direction finding of signal sources by the method of

triangulation

- satellite navigation signals

- communication frequencies and reception frequencies of UHF and VHF repeaters

- UAV control channels

- channels for receiving video signals from UAVs

### 3.1 Checking the frequency ranges for the presence of interference or the presence of EW activity

Checking the frequency range for the presence of interference or the presence of EW activity (both own and others) on communication frequencies and receiving frequencies of UHF and VHF repeaters

The adversary can set active interference in the 136-174 MHz and 420-470 MHz bands in order to interfere with radio communication. Since we use the digital form of communication of the DMR standard, we cannot detect the presence
such interference without spectrum analysis. In analog communication, such activity could be recognized in the form of amplified noises and extraneous sounds. In digital format, we will not hear noise, but communication distances will be greatly reduced. Constant monitoring of the ether will help us to fix activity of the adversary's EW and timely change to spare frequencies.

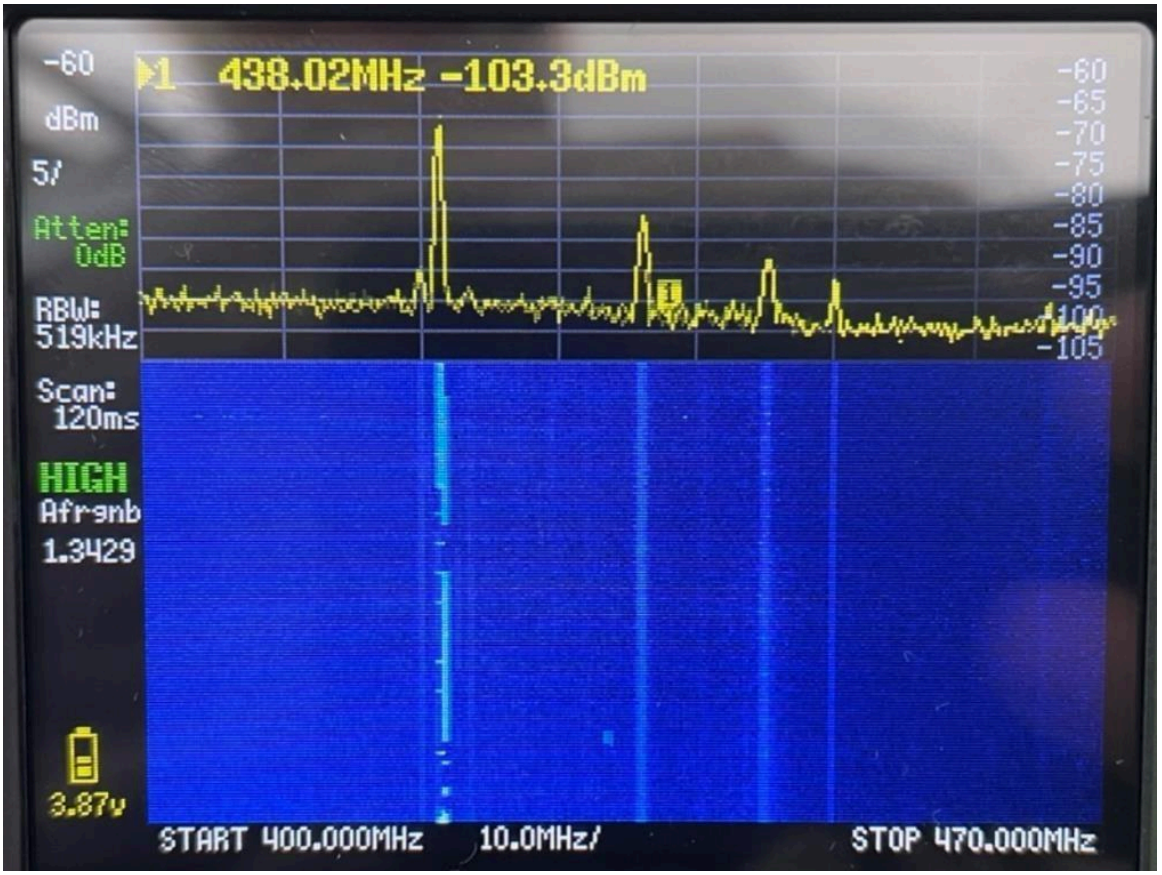
More difficult is the situation with the formation of interference by the enemy on the reception (input frequencies of the radio repeater). This will lead to the fact that the repeater will not hear distant stations, and possibly nearby ones. Without spectrum analysis, it will be difficult to quickly determine the cause.

Spectrum analysis also allows communicators to select the cleanest receiving frequency. Because on the active fronts, the airwaves are densely loaded, and you may be disturbed by the transmitters of neighboring units.

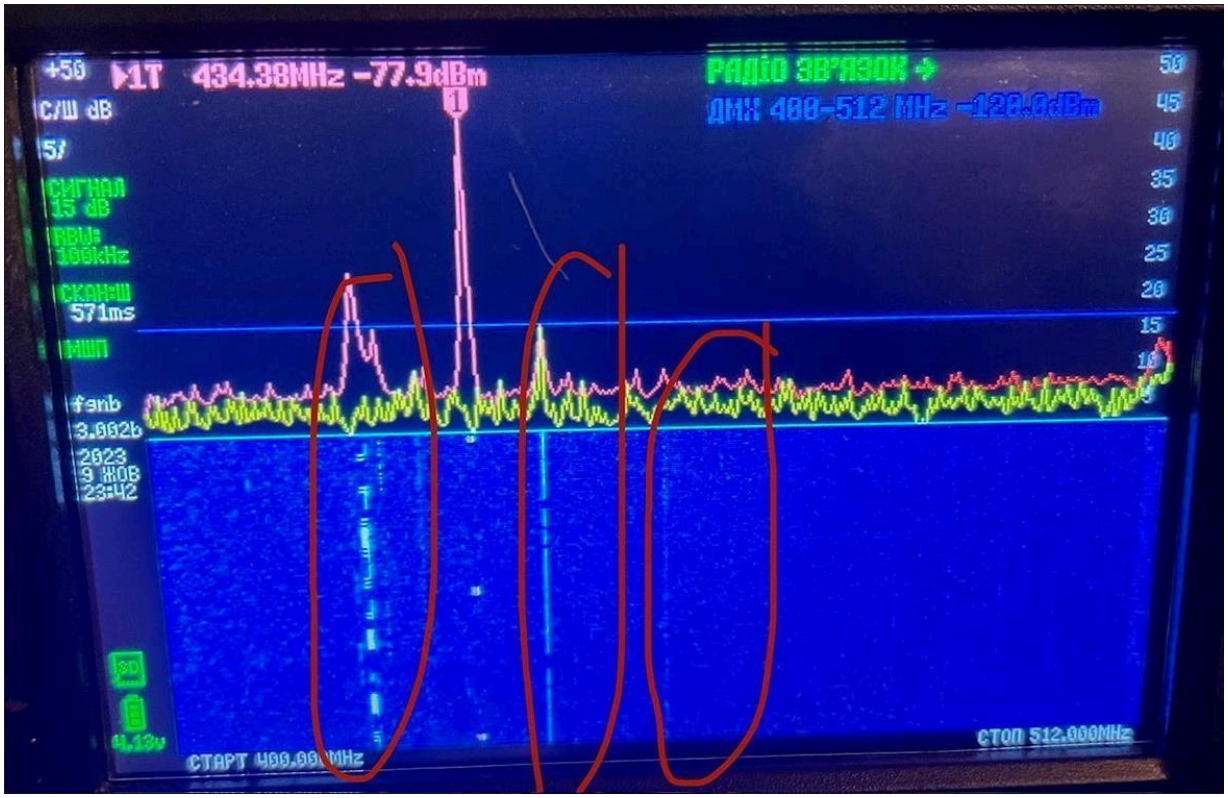
**Application**

It is necessary to set the desired range and find your frequency by turning the wheel and make sure that there are no obstacles on it. If there is an obstacle, it is necessary to change the frequency. It often happens that in the VHF and UHF range, powerful sources of interference (for example, the P-18 radar) periodically operate, which will not allow you to organize normal communication on a specific section of the front and you will have to select frequencies. That is, it is not enough to look at the frequency once, it should be monitored over time.

*Example: state of the air in the UHF band. Interference and busy frequencies are immediately visible.*



Example: state of the air in the UHF band.

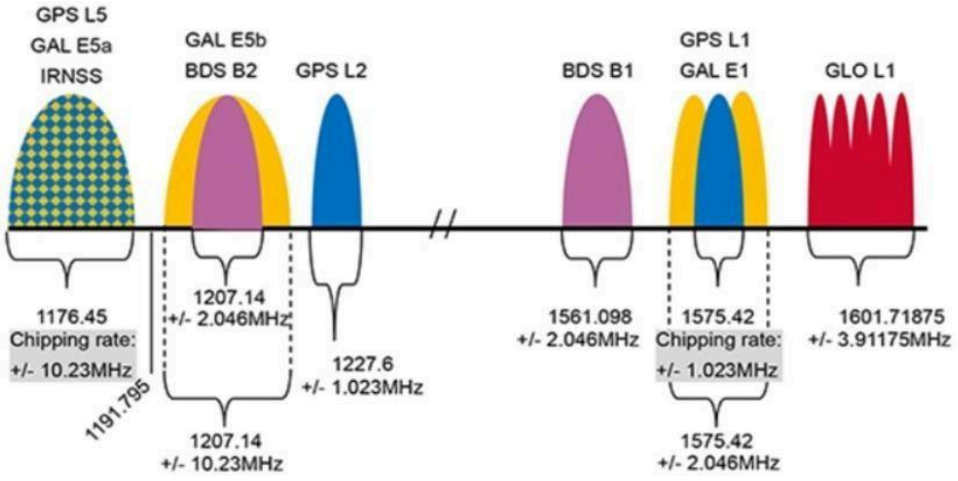



**Antennas**

You can use any VHF or UHF antennas. To check the repeater reception frequency, the device must be connected to the repeater antenna cable through an adapter.

## 3.2 Checking frequency bands for interference or activity of EW (both own and others) based on satellite navigation signals

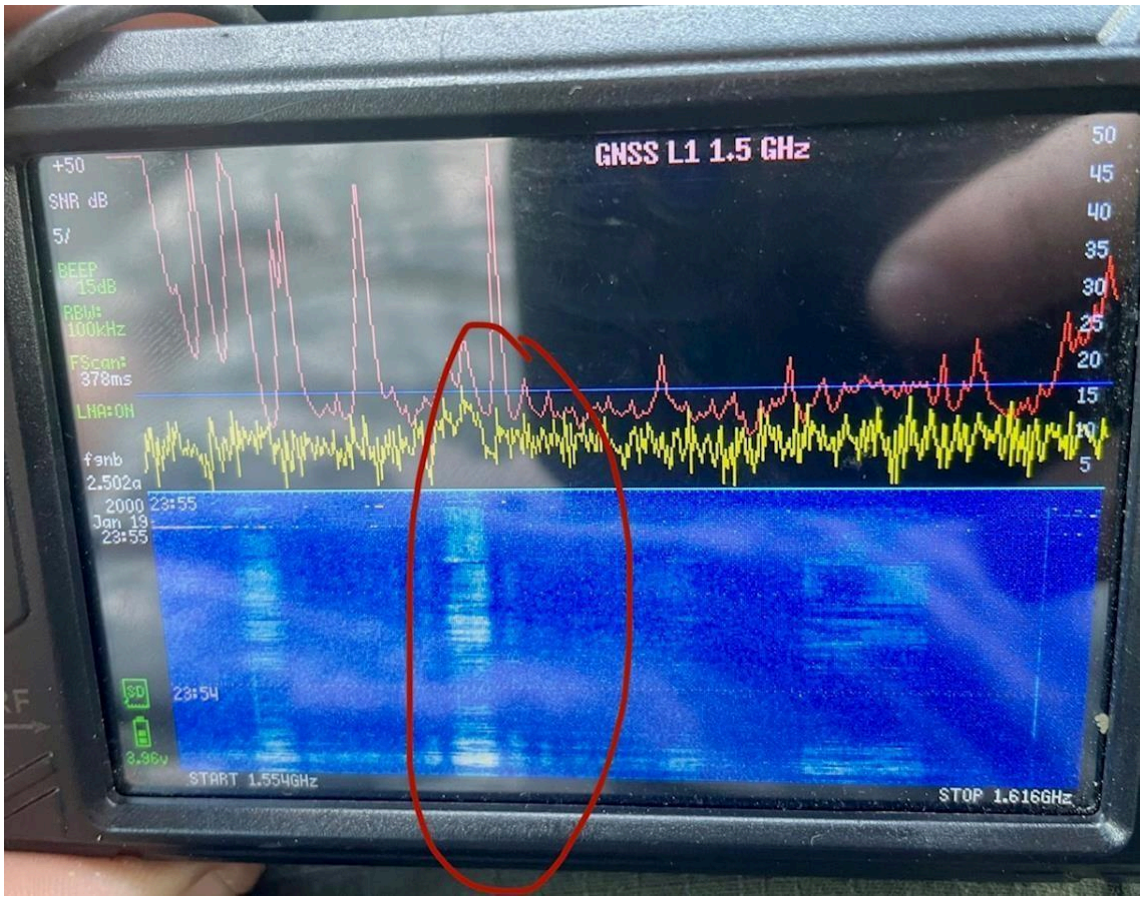
If you need to understand whether EW suppresses satellite navigation frequencies in your area, you need to«look" at the following frequencies:



Frequencies: GPS L1 1575 MHz GPS L2 1227 MHz GPS L5 1176 MHz GLONASS L1 1602 MHz GLONASS L2 1245 MHz

*Example: EW on GPS and GLONASS navigation frequencies 1.54-1.64GHz*

*Example: EW on navigation frequencies*



It should be taken into account that on the ground you will most likely not see an obstacle and you need to check the air at least 10 meters above ground level.

If right on the ground you see EW signals on navigation frequencies, it means that

- The RF ERB stands somewhere nearby, most likely on the heights or on a building or on a mobile phone tower

- You will not be able to fly a drone that is not prepared

- Your Starlink will not work well (in the Starlink menu, you need to select synchronization with your satellites)

- You can use the device to find a place with a minimum signal level from the EW

**Application**

Set the frequency range in which satellite navigation works on the device. Check for interference on navigation frequencies. You can also use the device to find a place with a minimum signal level from the EW

**Antennas**

A log-periodic antenna or a Vivaldi antenna can be used

### 3.3 Checking the frequency ranges for the presence of interference or the presence of EW activity (both own and others) on UAV control channels and video signal reception channels

Before take-off, the UAV pilot must ensure that there is no EW operating near the take-off point, which jams control, telemetry and video channels. Otherwise, the UAV will fly some distance and its signal will be lost. It happens that our Ukrainian Internet of Things works.

**Application**

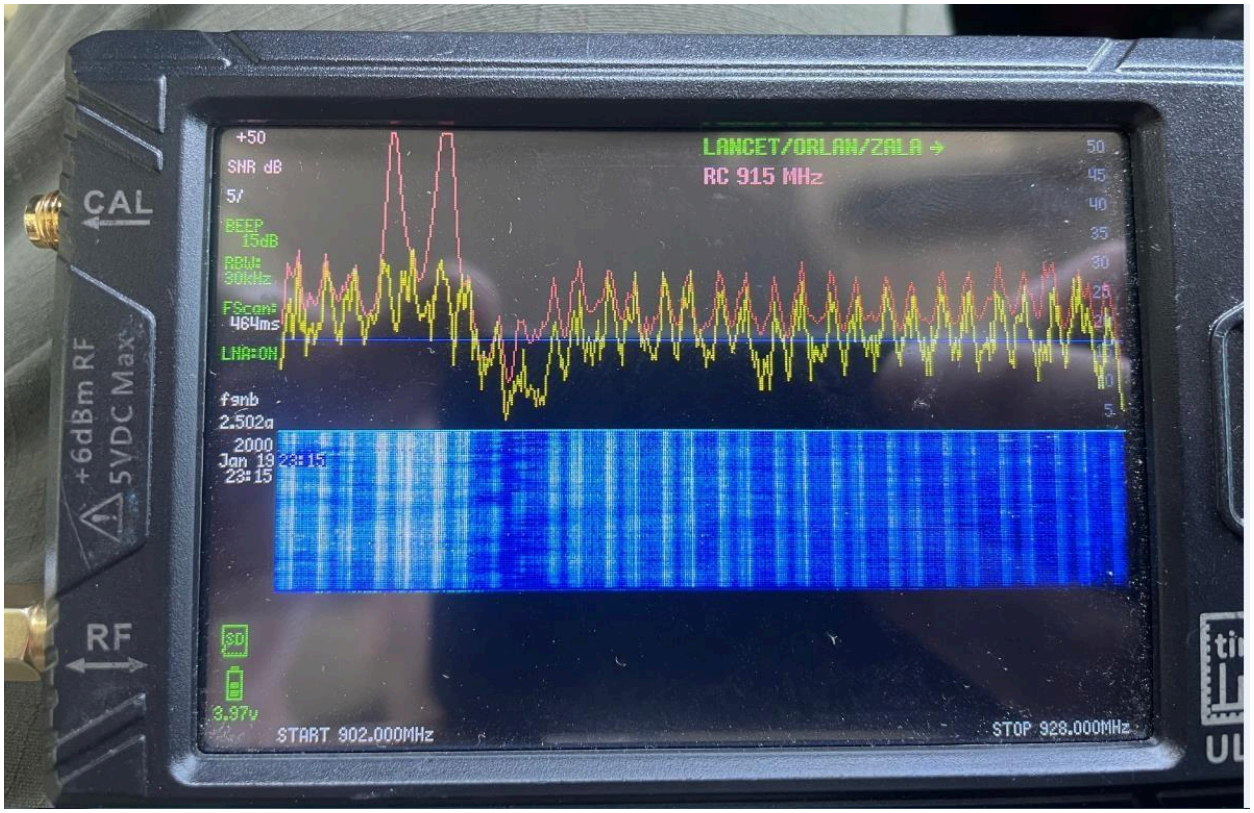
You need to know the frequency range in which your UAV operates (if it is a wing) and look at it on a spectrum analyzer. You will immediately see if there are signs of WB operation on the air. In practice, our EW usually uses the 900 MHz range (in addition to the RF UAVs, our FPVs and part of our wings fly there). Also, EW can press the 2.4 GHz, 5.8 GHz range, on which DJI flies, and the 5.8 GHz range, on which the video signal from FPV is transmitted.

The second part of the problem is the overloading of the 5.8 GHz band, which is bad for receiving video from FPV drones. Hundreds of drones fly around you, which you do not see, but they create an obstacle for your receiver. Look at the range and if there is interference on 5.8 GHz, select channel on which there are no obstacles.

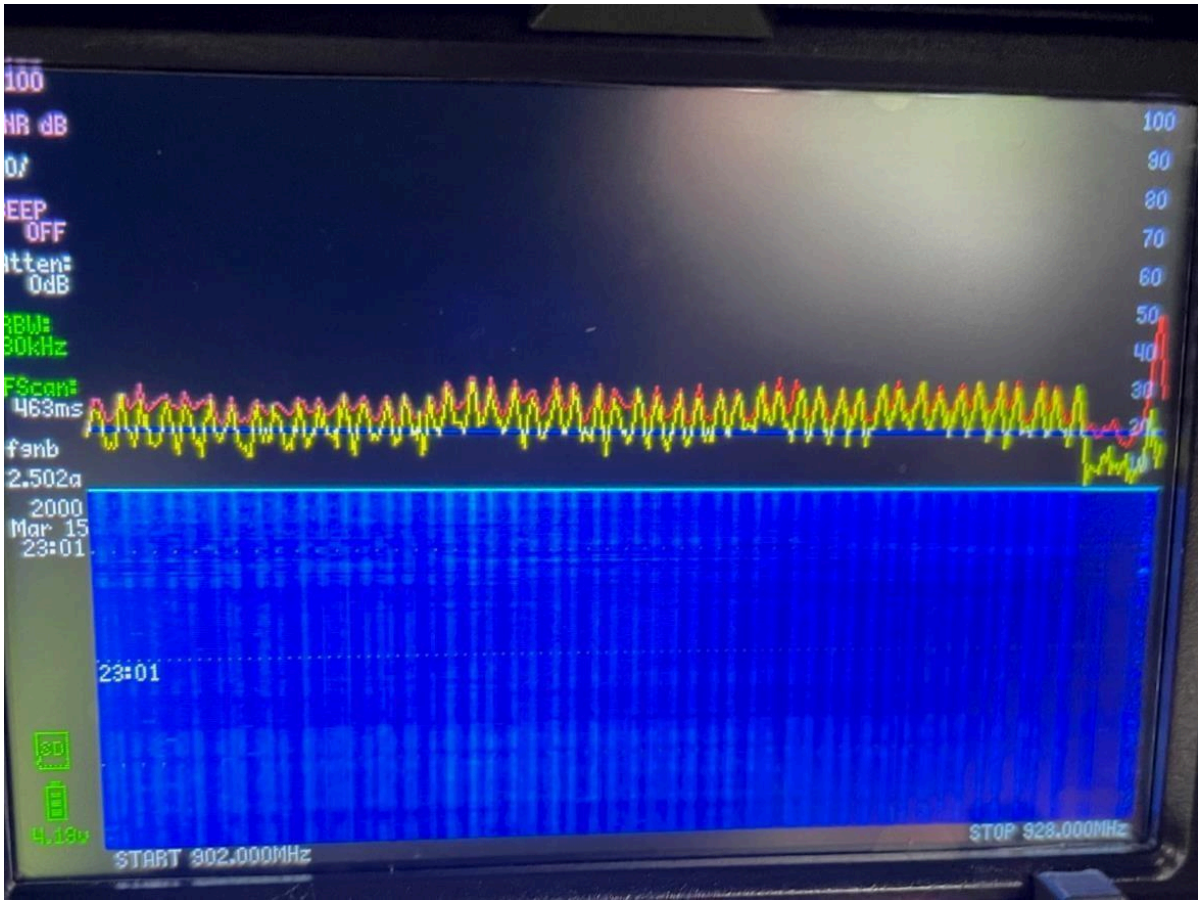
**Antennas**

You can use both a universal antenna and an antenna tuned to a specific range

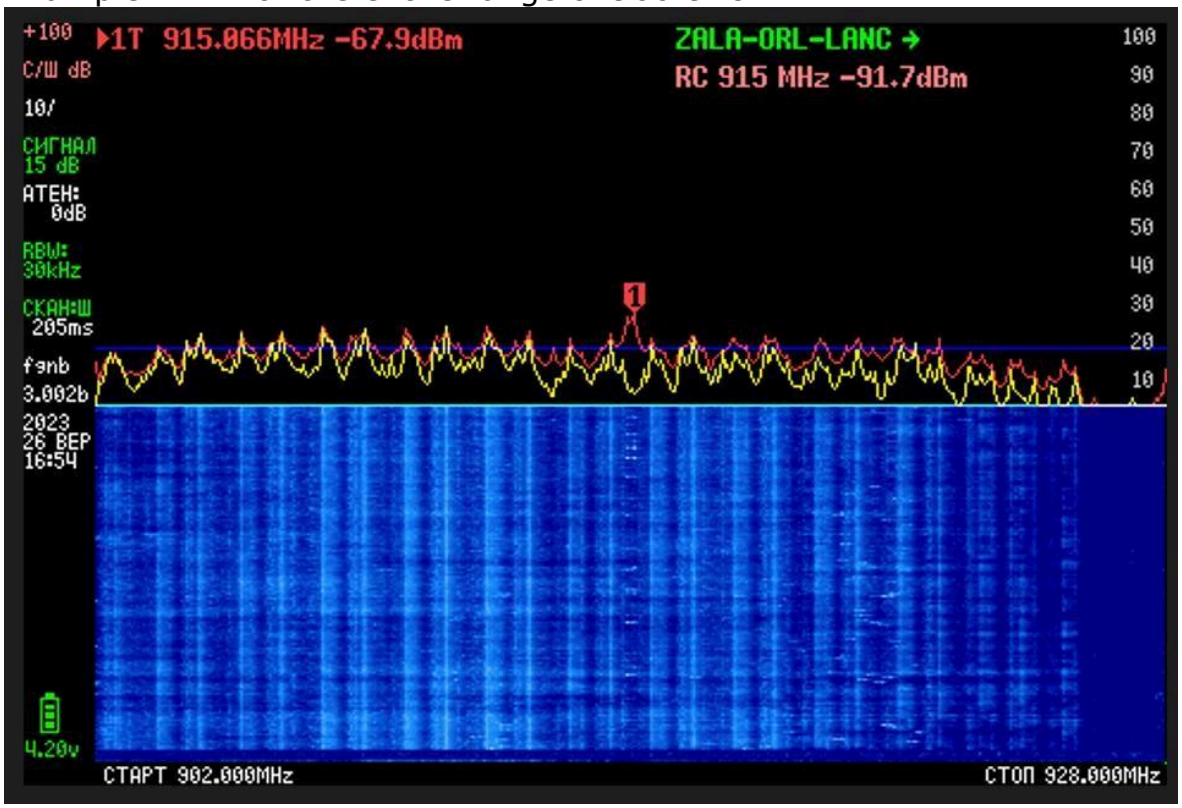
*Example: REB for the entire range of 900-928MHz*



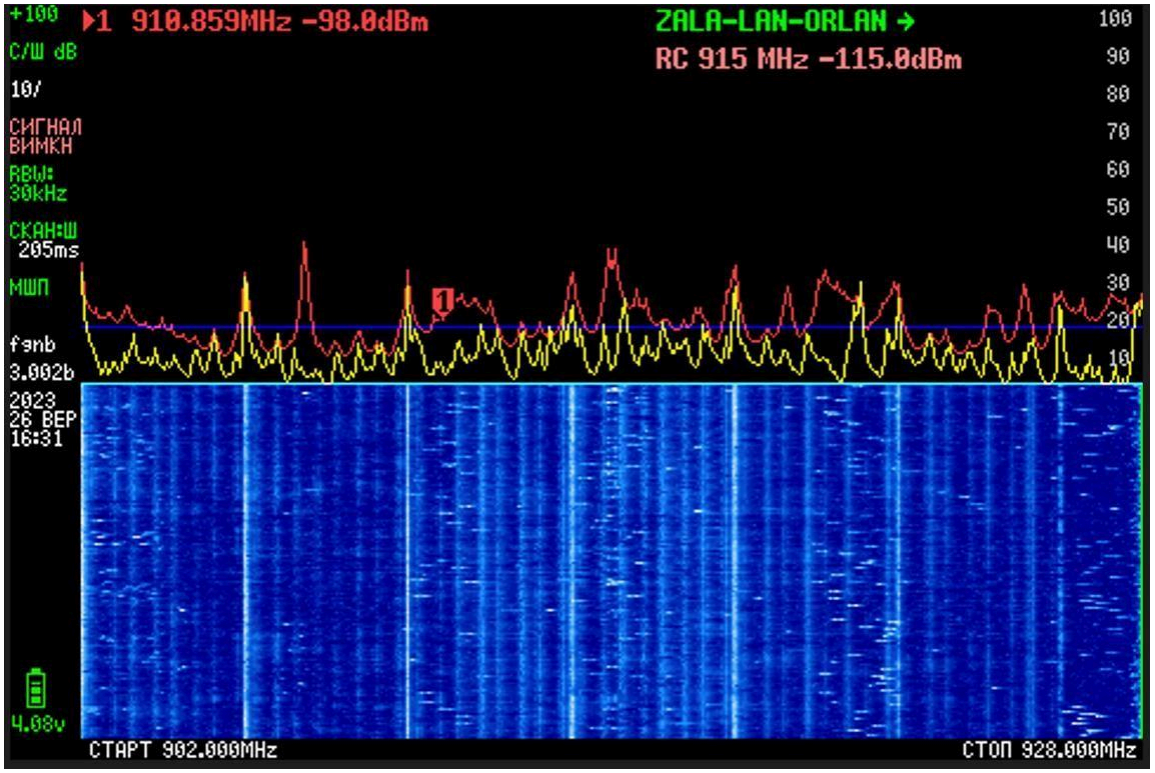
Example: REB for the entire range of 900-928 MHz



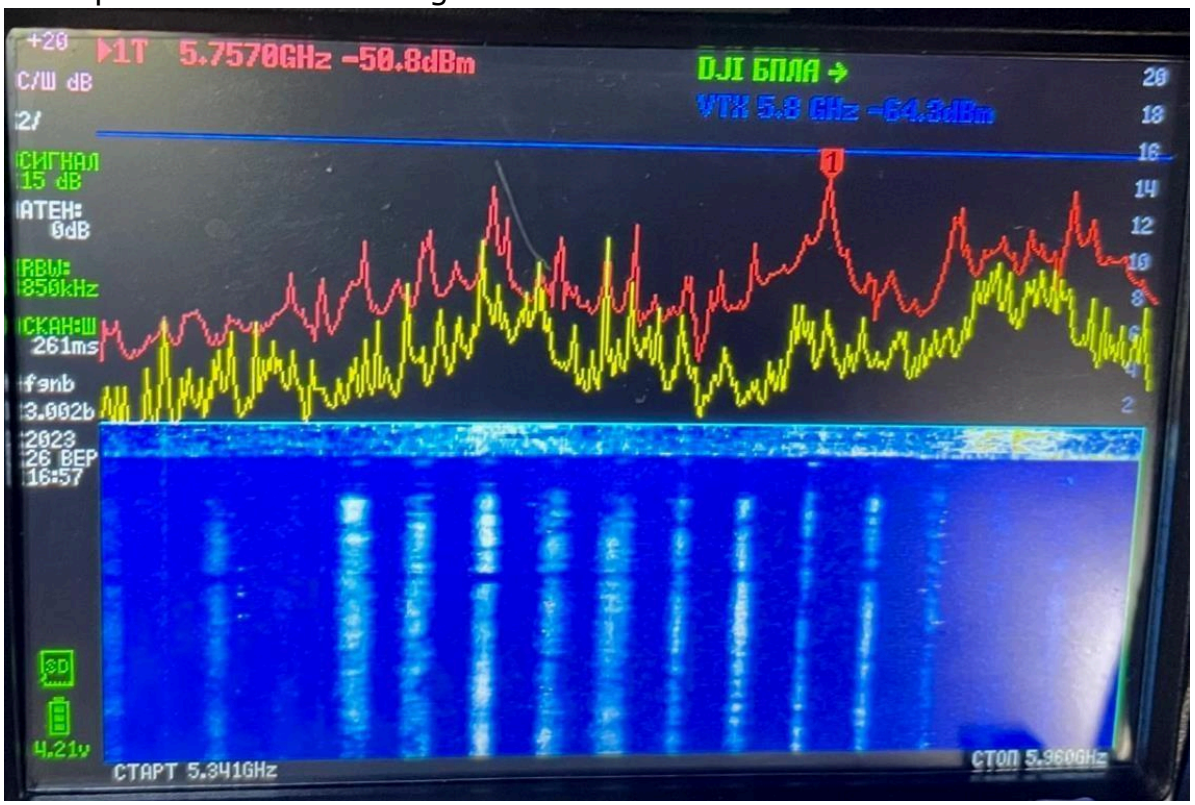

Example: REB for the entire range of 900-928MHz



*Example: EW on the entire range of 900-928 MHz "through which" the UAVs of the Russian Federation are trying to work*




Example: EW all video range 5.5-5.9 GHz



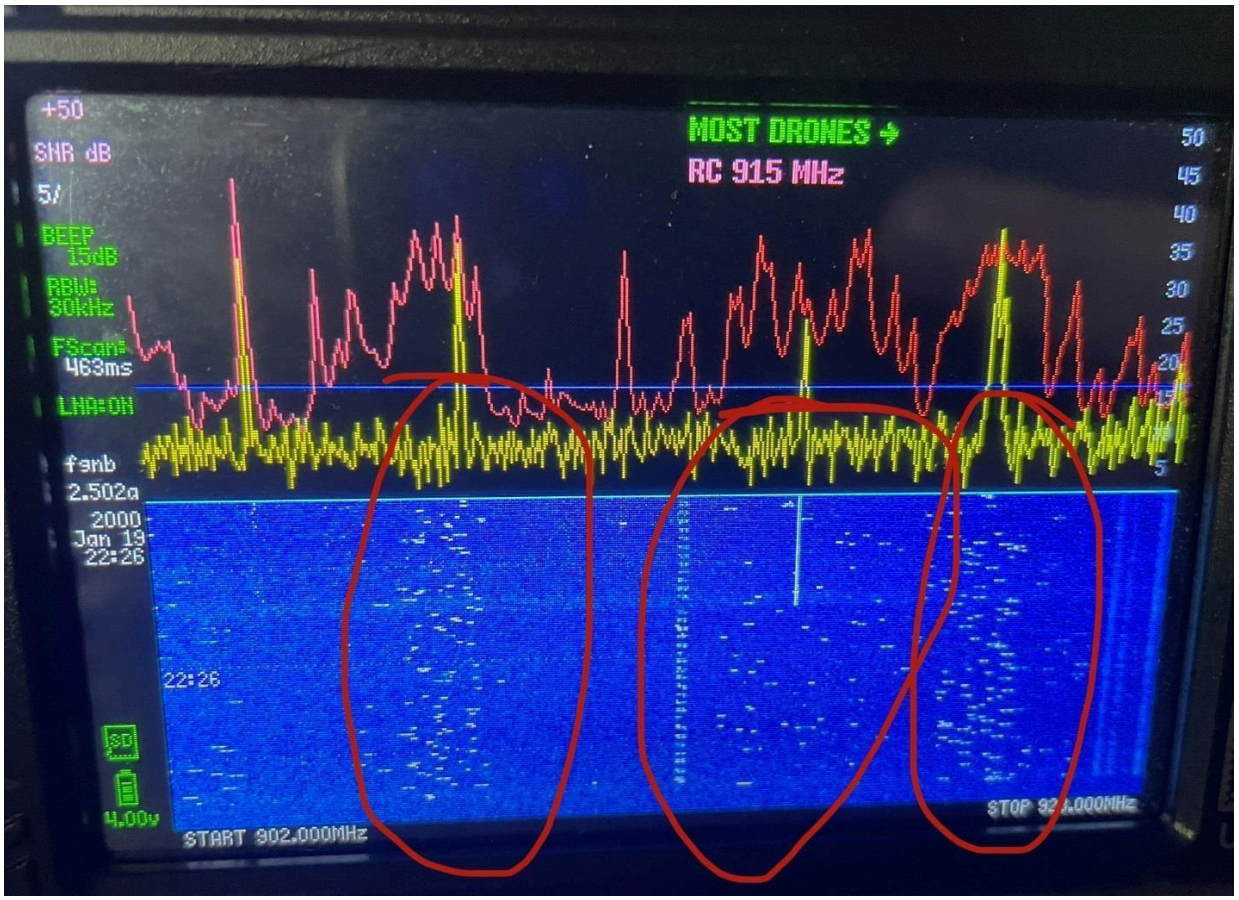
### 3.4 Fixation and identification of "winged" UAVs

Almost all 100% of enemy UAVs transmit telemetry signals in the 900 MHz range, or rather 868-870 MHz, 902-928 MHz, 960-1020 MHz

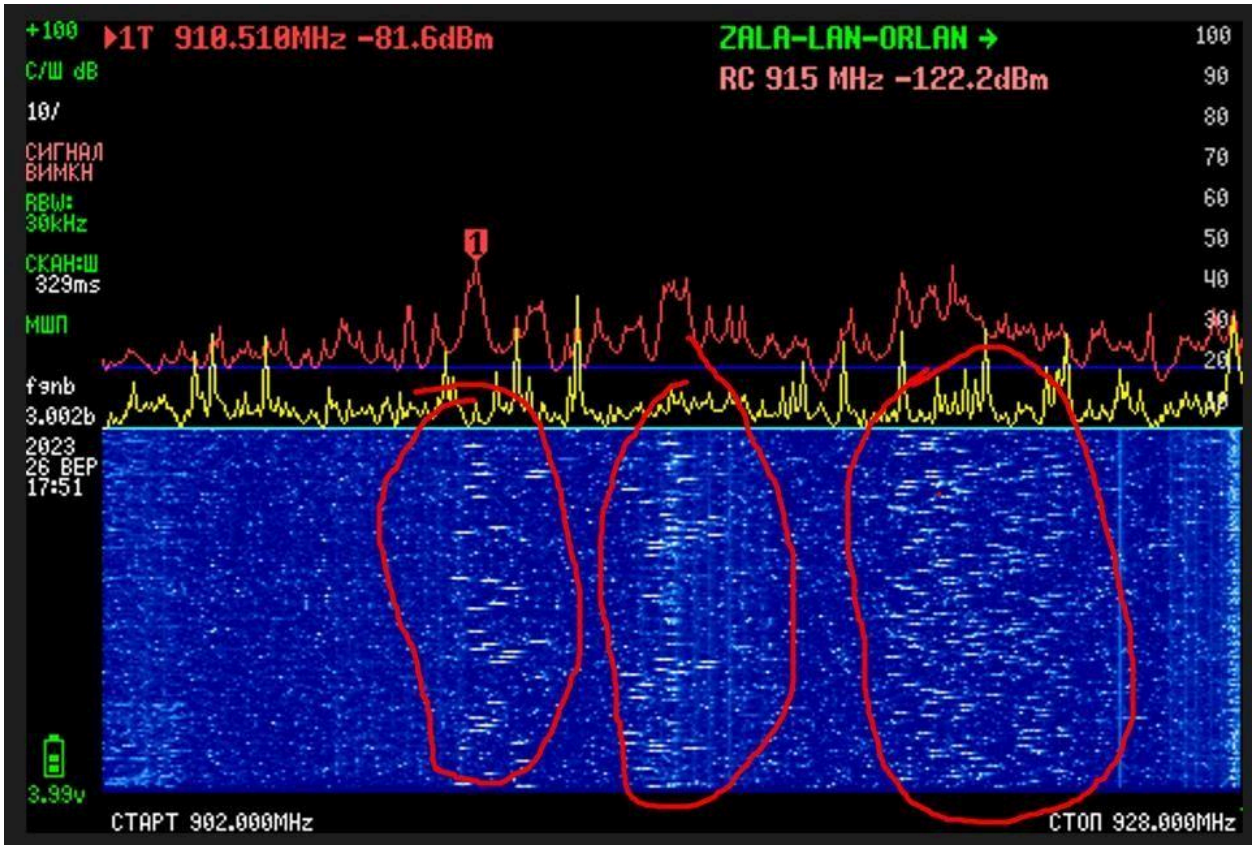
They can be distinguished by frequencies and waveforms.

Orlan on the fronts is found most often, works in the range of 902-928 MHz (new models 960-1020 MHz). The signal looks like a set of dashes on a spectrum waterfall in the band usually 2 MHz or 4 MHz. Streaks are frequency jumps (FPR).

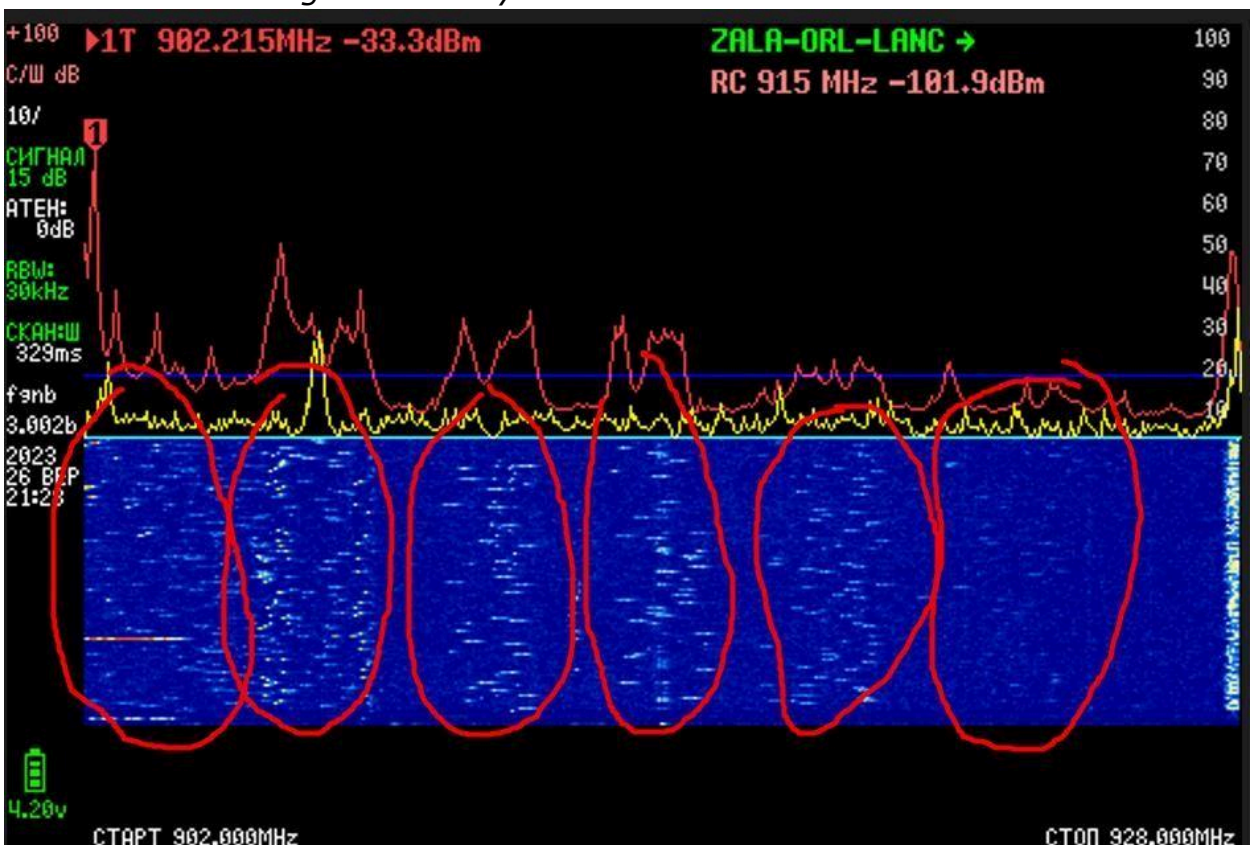
*Example: three Orlans are marked in red. The average band has 4 MHz, the other 2 MHz. The analyzer also shows a signal from Hall or Lancet at 915 MHz in the form of a thin double strip*



*Example: three Orlans are marked in red. On the right is a 4 MHz RFC band*

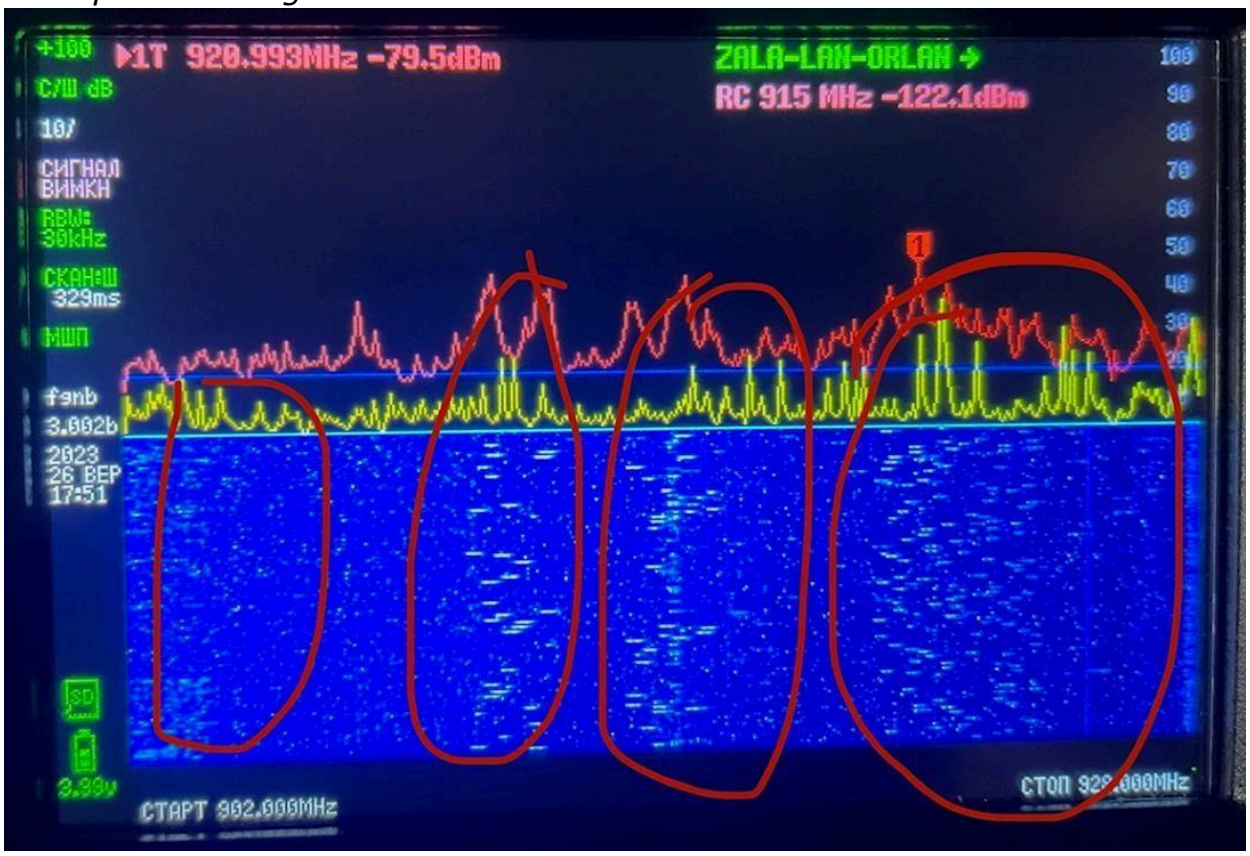



*Example: there are six Eagles in the sky (marked in red). Right the furthest The signal is barely visible. The distance to it is about 40*



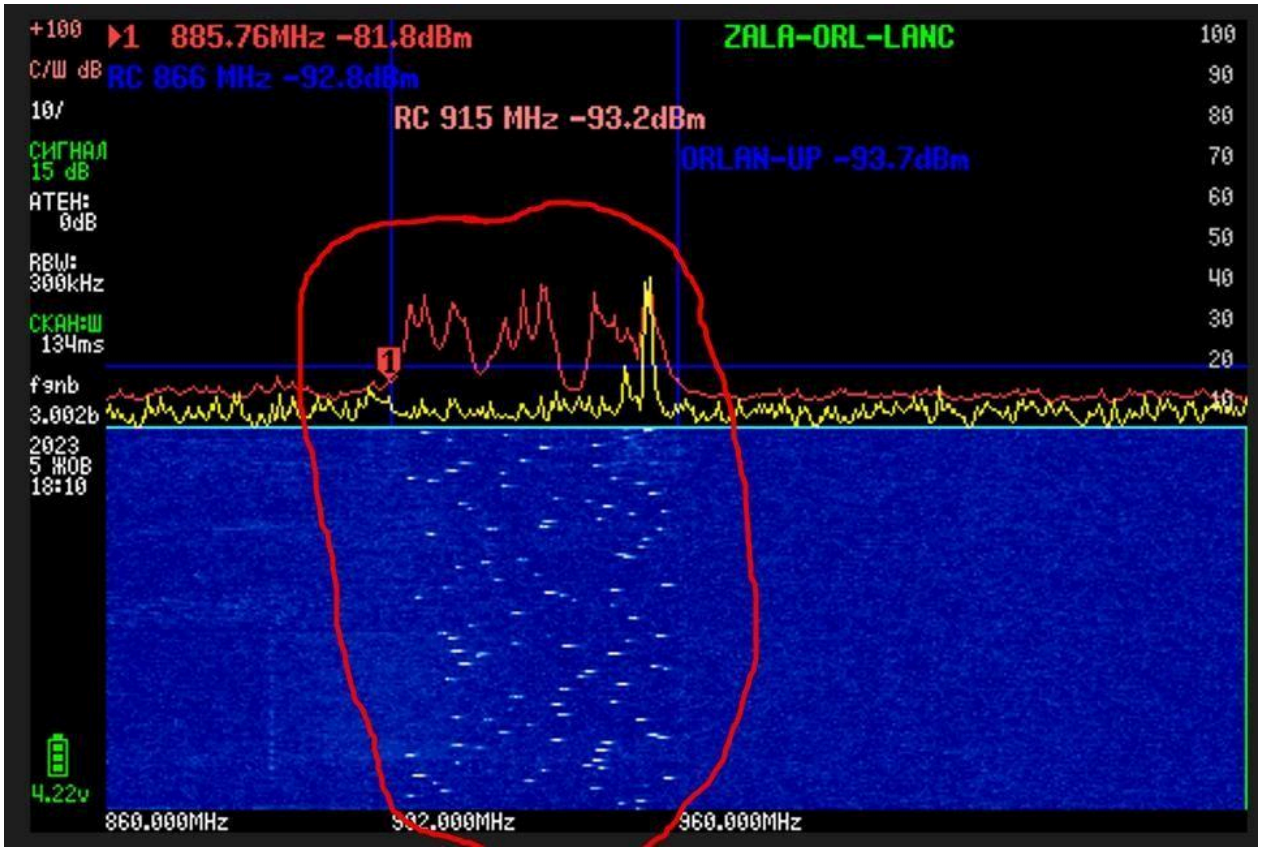

*kilometers*

*Example: four Eagles*




*Example: Two Orlans are very far (30 km)*

*Example: a good Orlan signal, to which 20 kilometers*




**SUPERCOM**

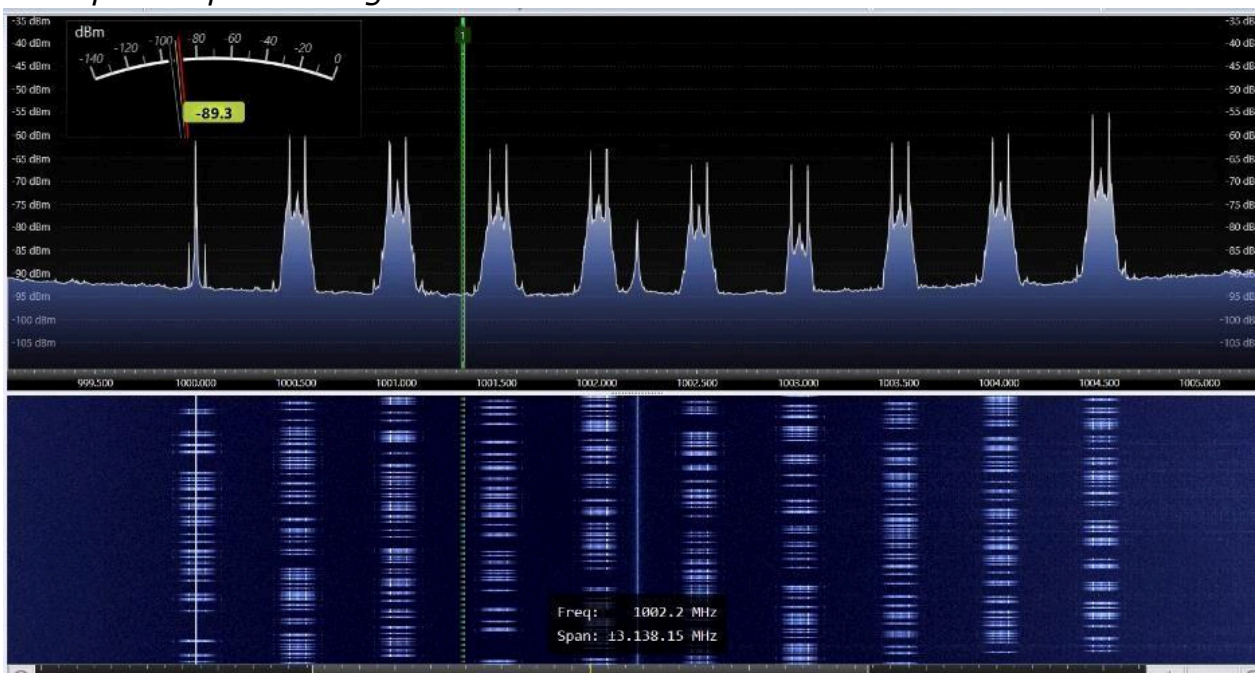
*UAV Supercam is 10 continuous bands on one band usually around 1000 MHz. The signal is specific and cannot be confused with other UAVs.*

**Суперкам**

**выявленные частоты:**

| | |
|---|---|
| **865-870** | 10 каналов |
| **880-885** | 10 каналов |
| **890-895** | 10 каналов |
| **960-965** | 10 каналов |
| **965-970** | 10 каналов |
| **990-995** | 10-11 каналов |
| **995-1000** | 10-11 каналов |
| **1000-1005** | 11 каналов |
| **1005-1010** | 11 каналов |
| **1015-1020** | 11 каналов |

*Example: Supercam signal*




*Example: Supercam signal*

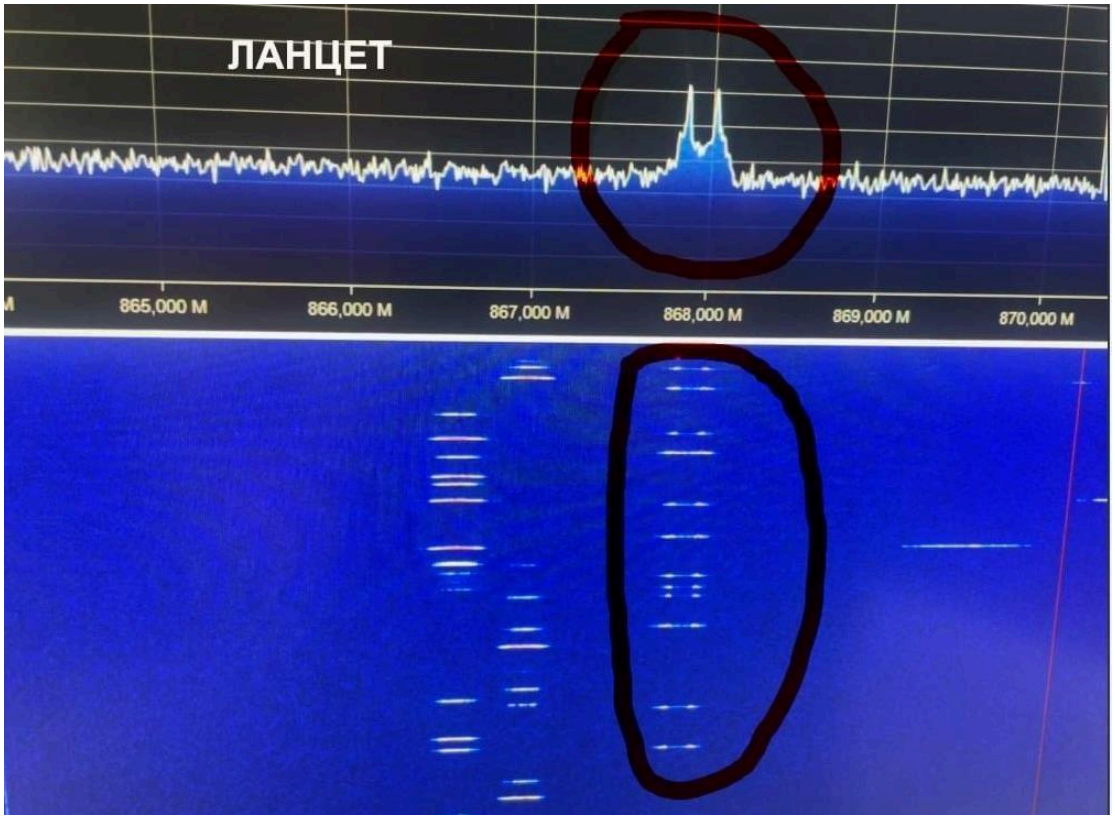
*Example: several Eagles and a clear signal similar to Supercam, but band 8, not 10. And the frequencies are different. This is our "Poseidon".*

### 3.5 Fixation and identification of "winged" attack UAVs with the possibility of their bearing (Lancet, Zala)

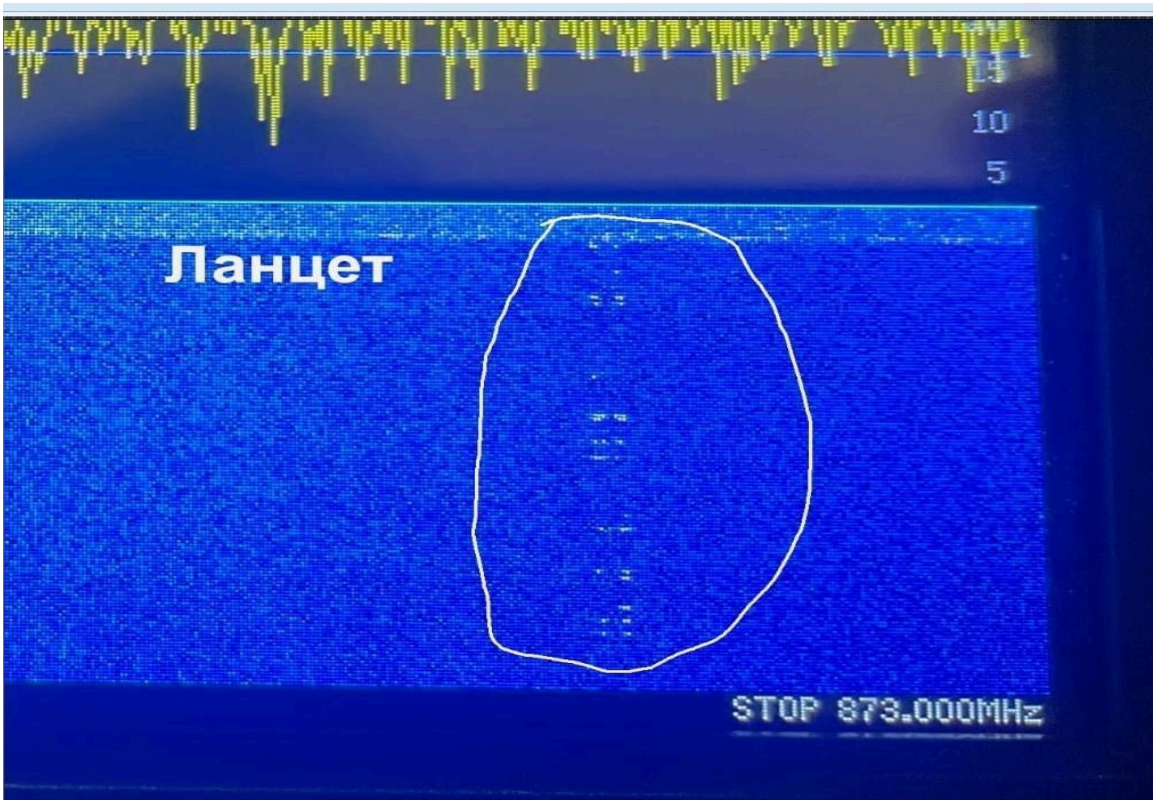
The Zala signal is of the same type as the Lancet, but the Zala usually operates at a frequency of 870 MHz. The signal on the waterfall looks like two intermittent bands that are very close (150-170 kHz)

The Lancet has the same signal as the Zala, but usually operates at 868 MHz.

Example: a clear Lancet signal at 868 MHz. The sign is double horns. The distance is 10 km.

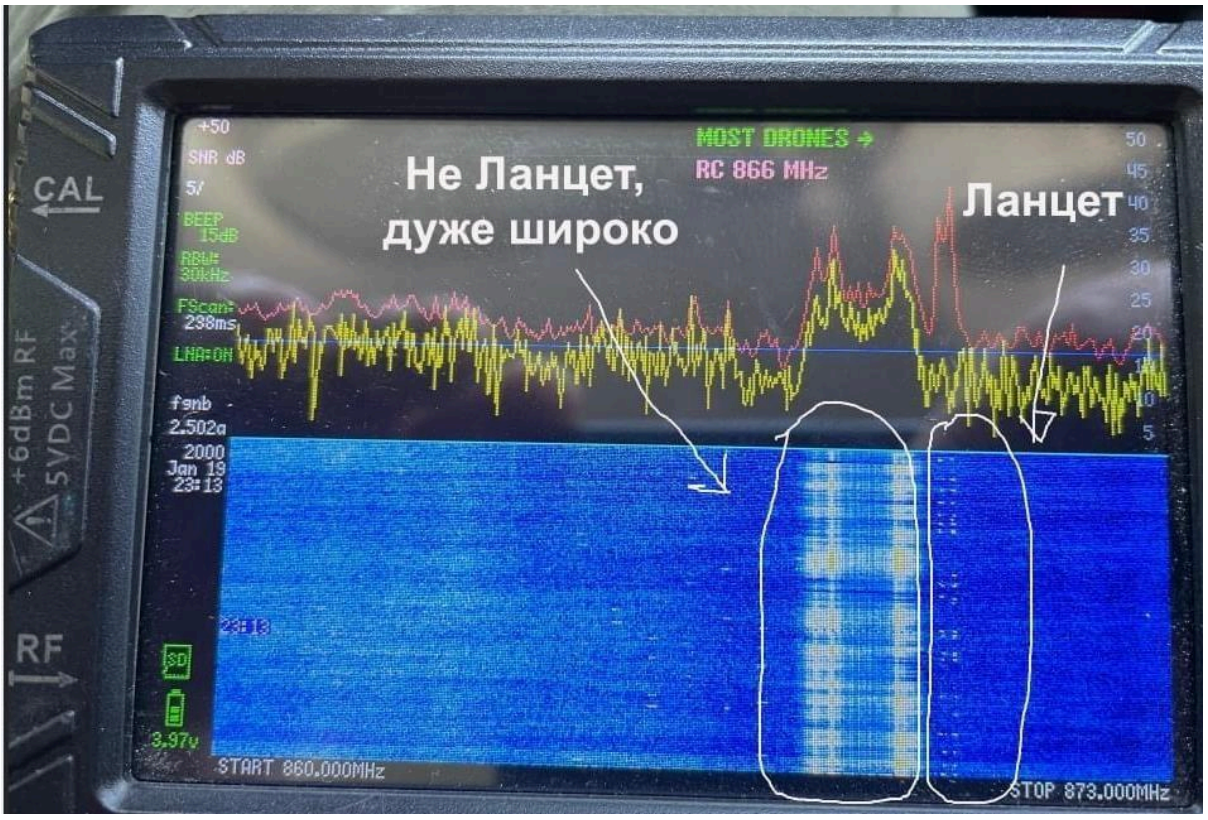



Example: Lancet's weak signal at 868 MHz. The distance is 15-20 km.

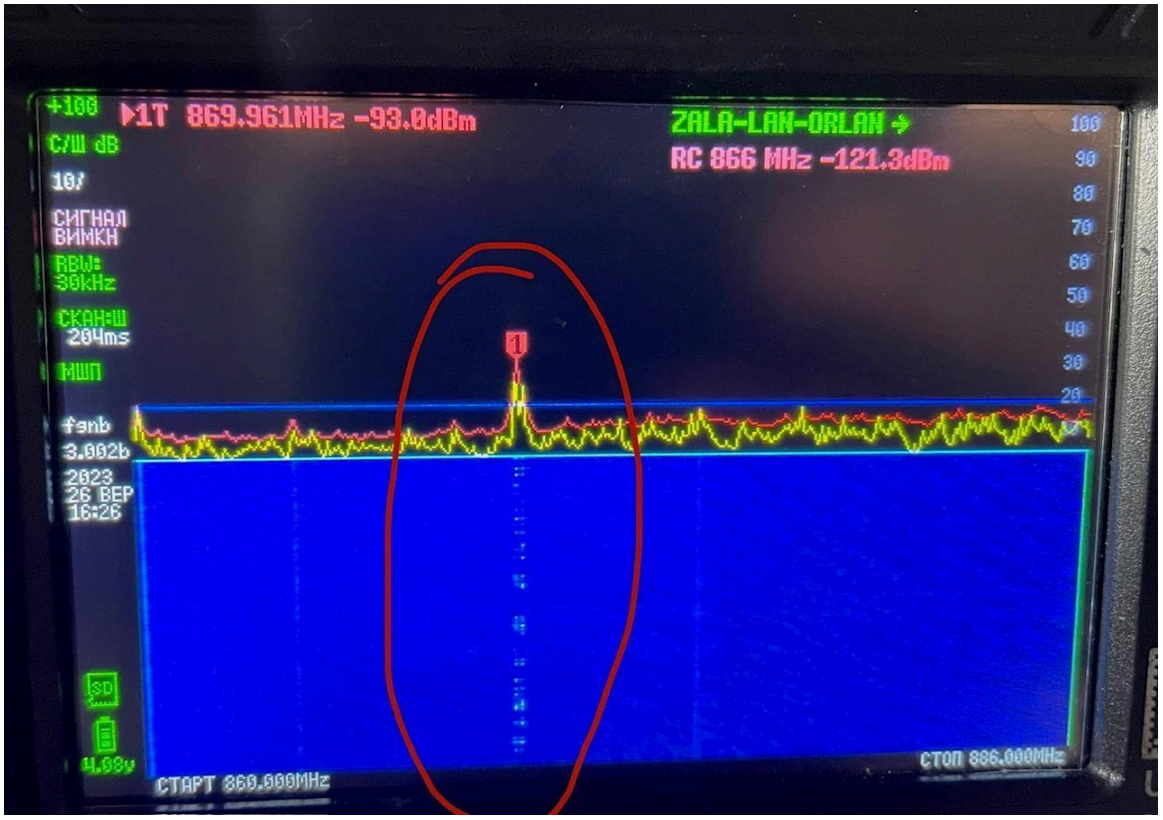


Example: very weak Lancet signal at 868 MHz. The distance is 20-30 km.

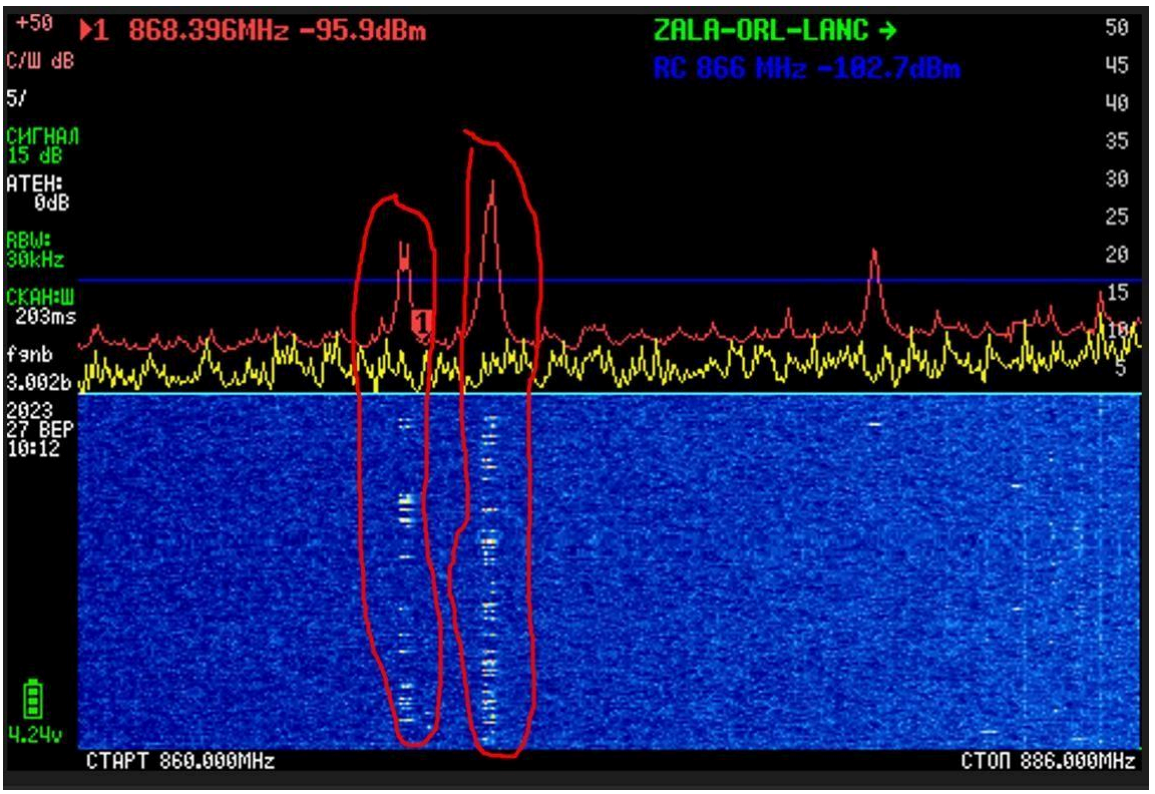
*Example: average Lancet signal at 868 MHz Distance 15 km*



*Example: very weak Zala signal on 870 MHz Distance 20 Km*

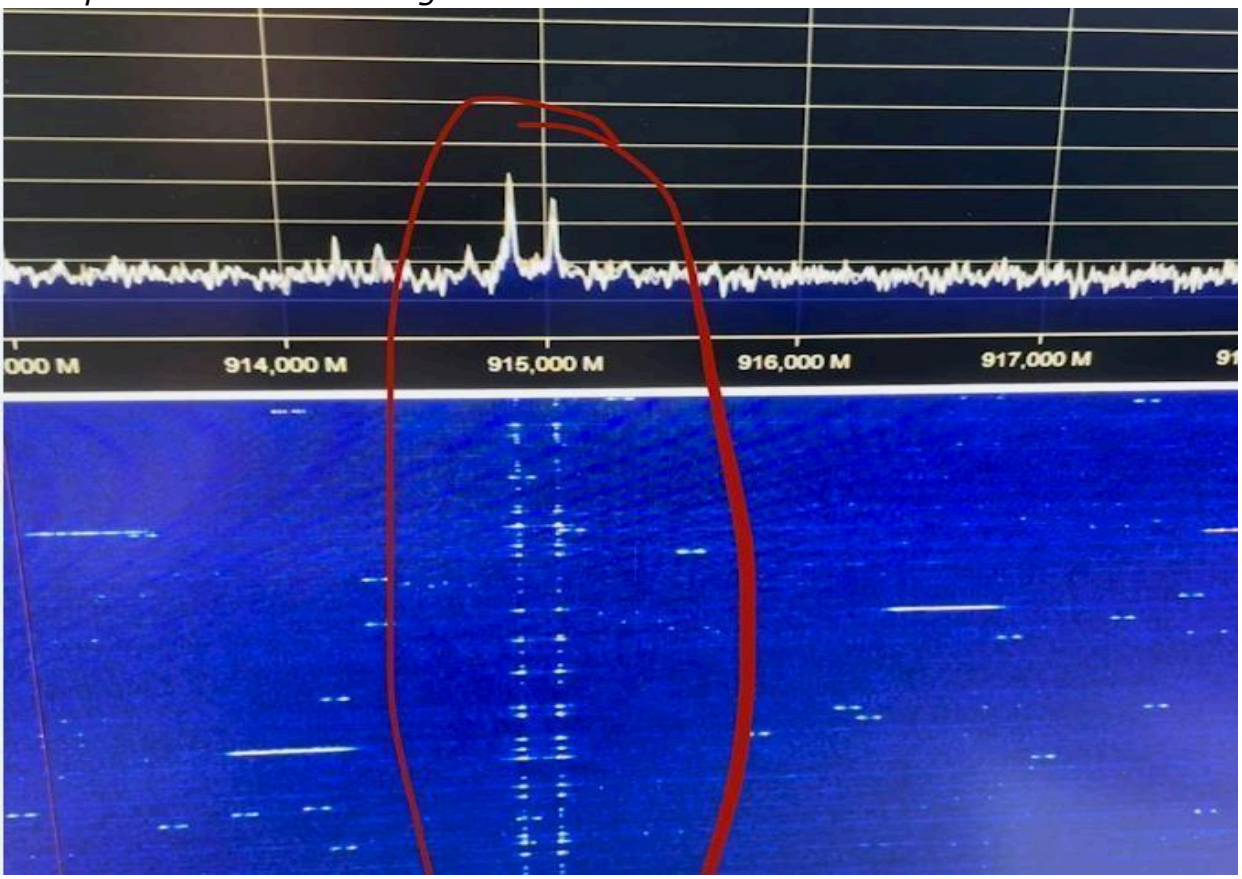



Example: Lancet signal at 868 MHz and Zala at 870 MHz, which is guided by Lancet

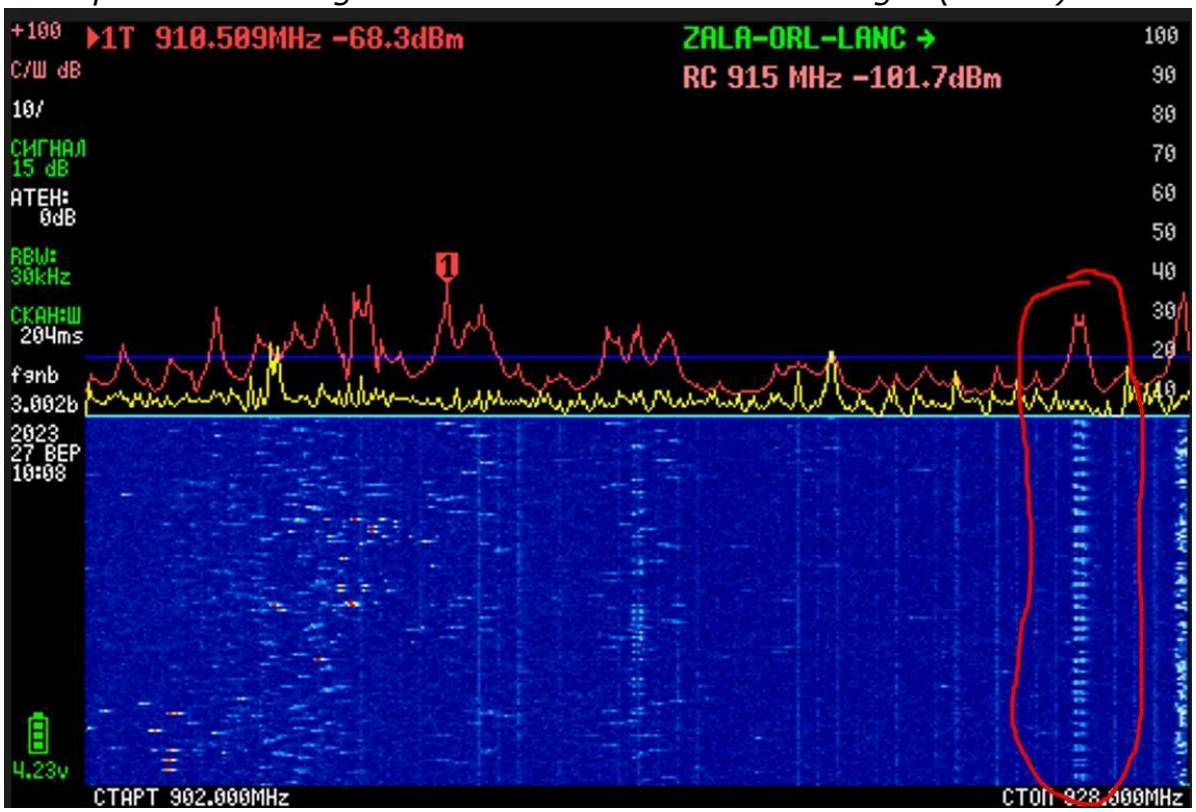


Lancet and Zala can also operate at 915 MHz

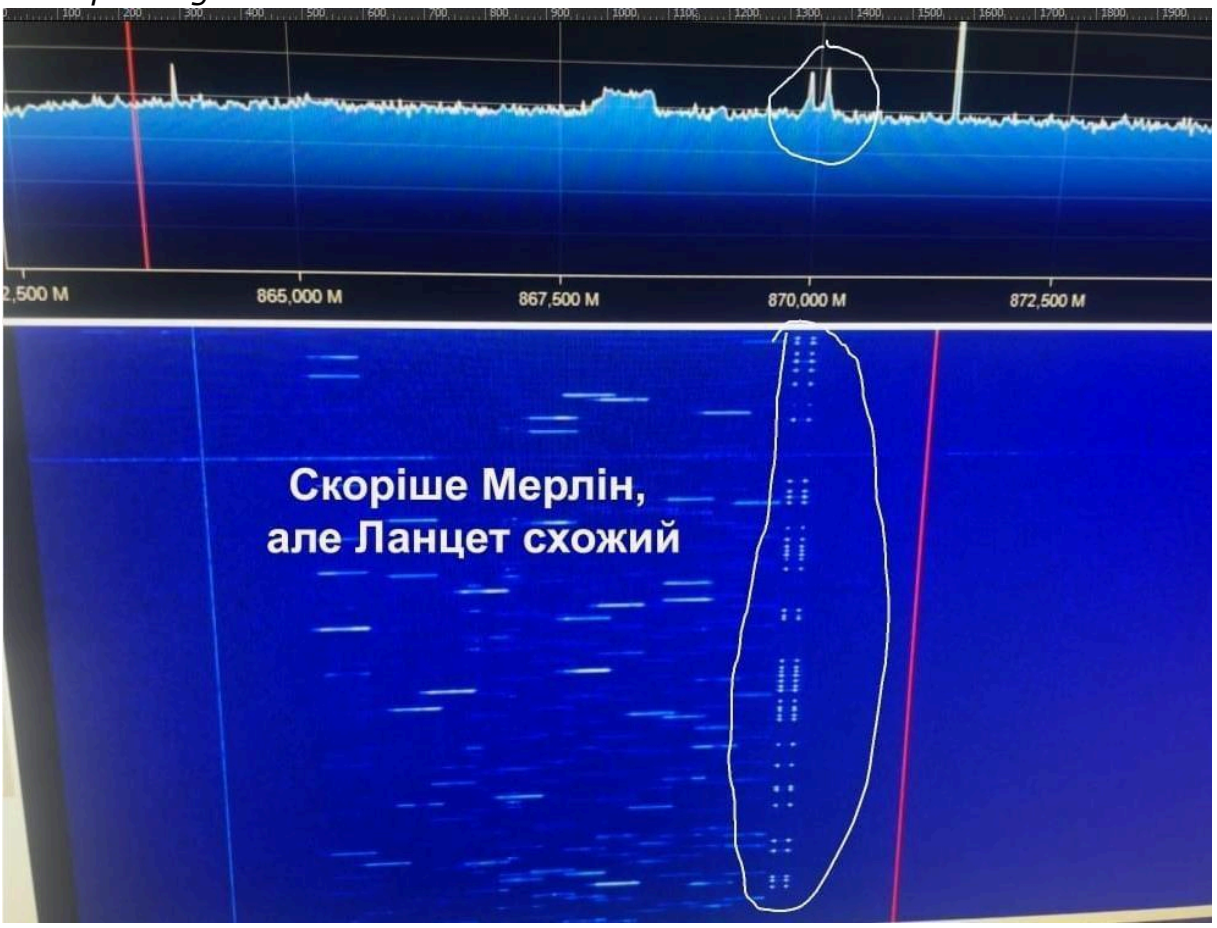
*Example: Lancet or Hall signal at 915 MHz*




*Example: several Eagles on the left and Zala on the right (circled).*

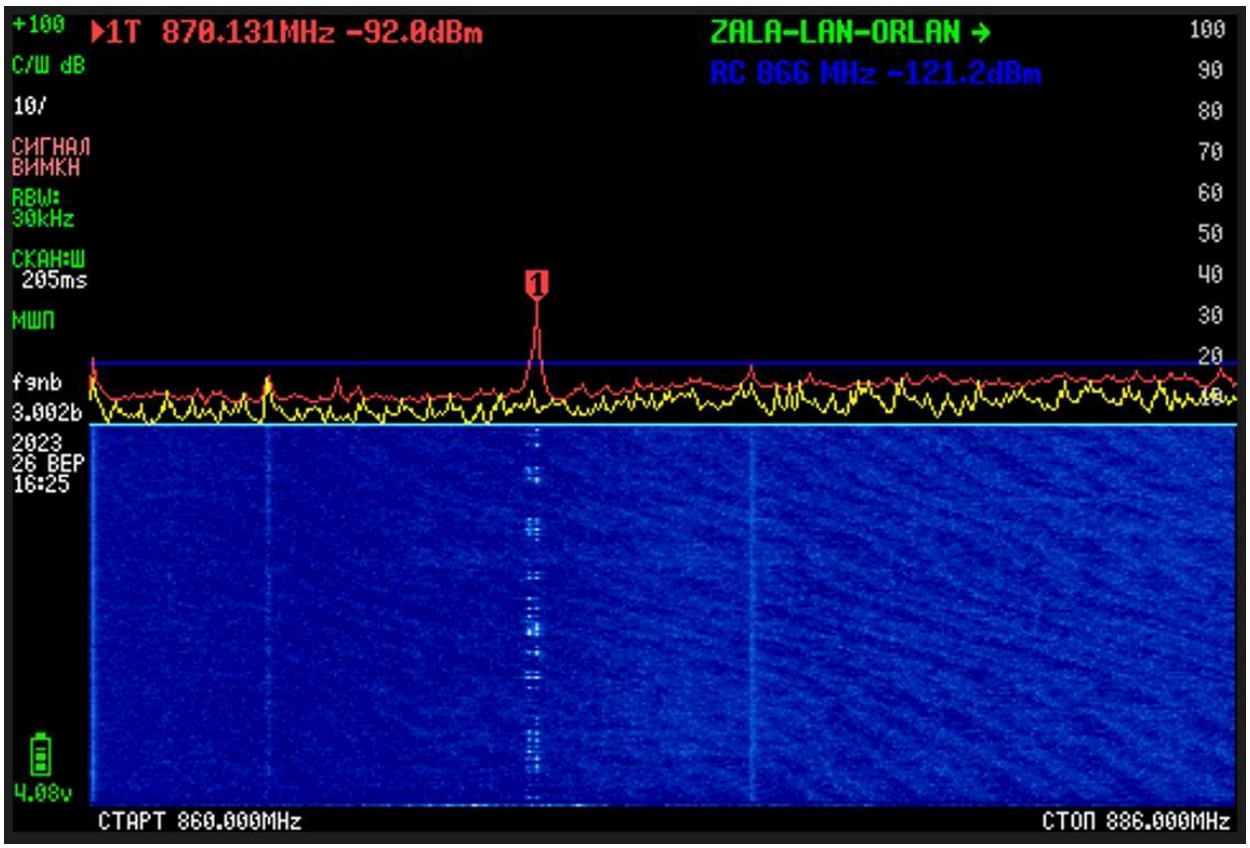


*Example: signal from Merlin or Zala 870 MHz Distance 15 km*

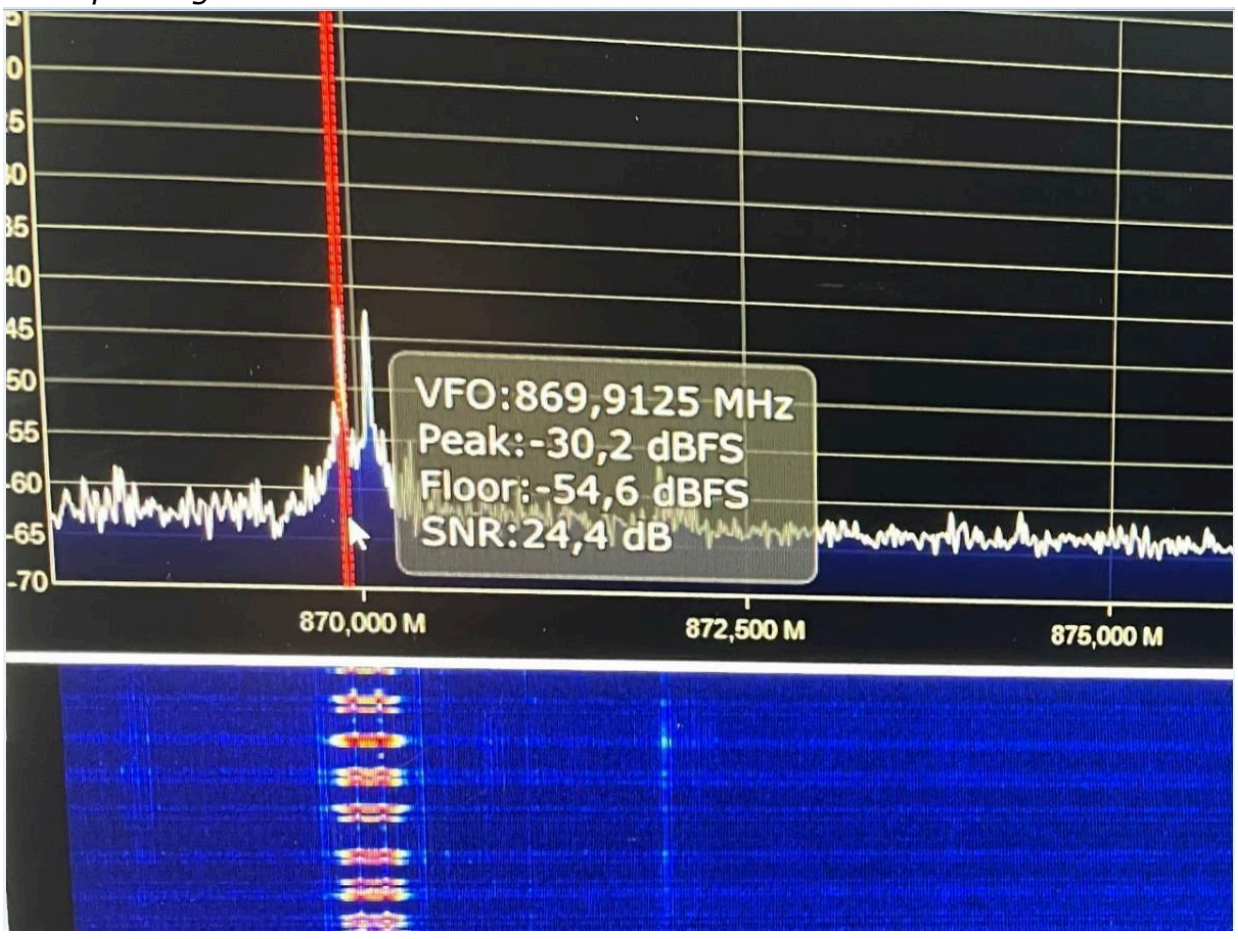



Example: signal from Merlin or Zala 870 MHz Distance 15 km

*Example: signal from Merlin or Zal 870 MHz. The distance is 20 km.*




*Example: signal from Merlin or Hall 870 MHz. The distance is 5 km.*

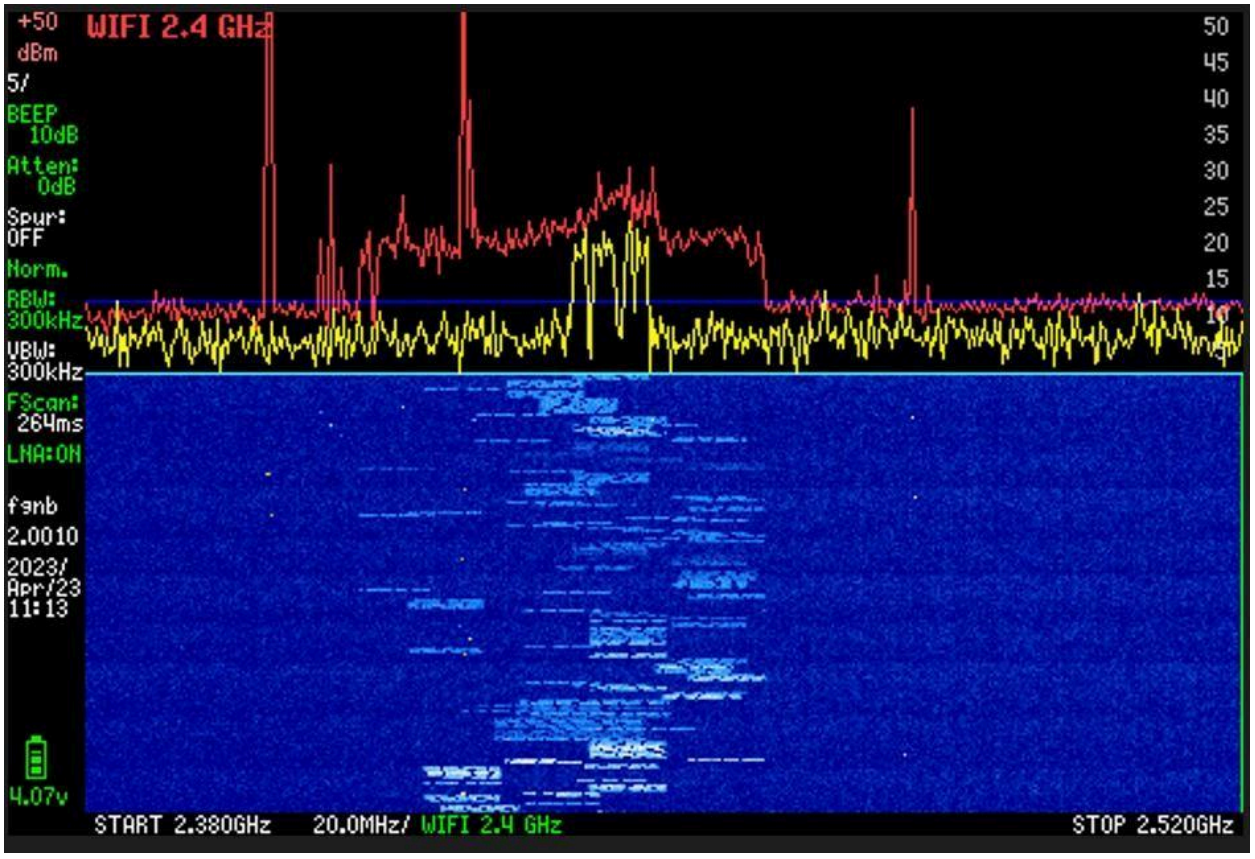


### 3.6 Fixation with the possibility of direction finding of quadcopters DJI, AUTEL

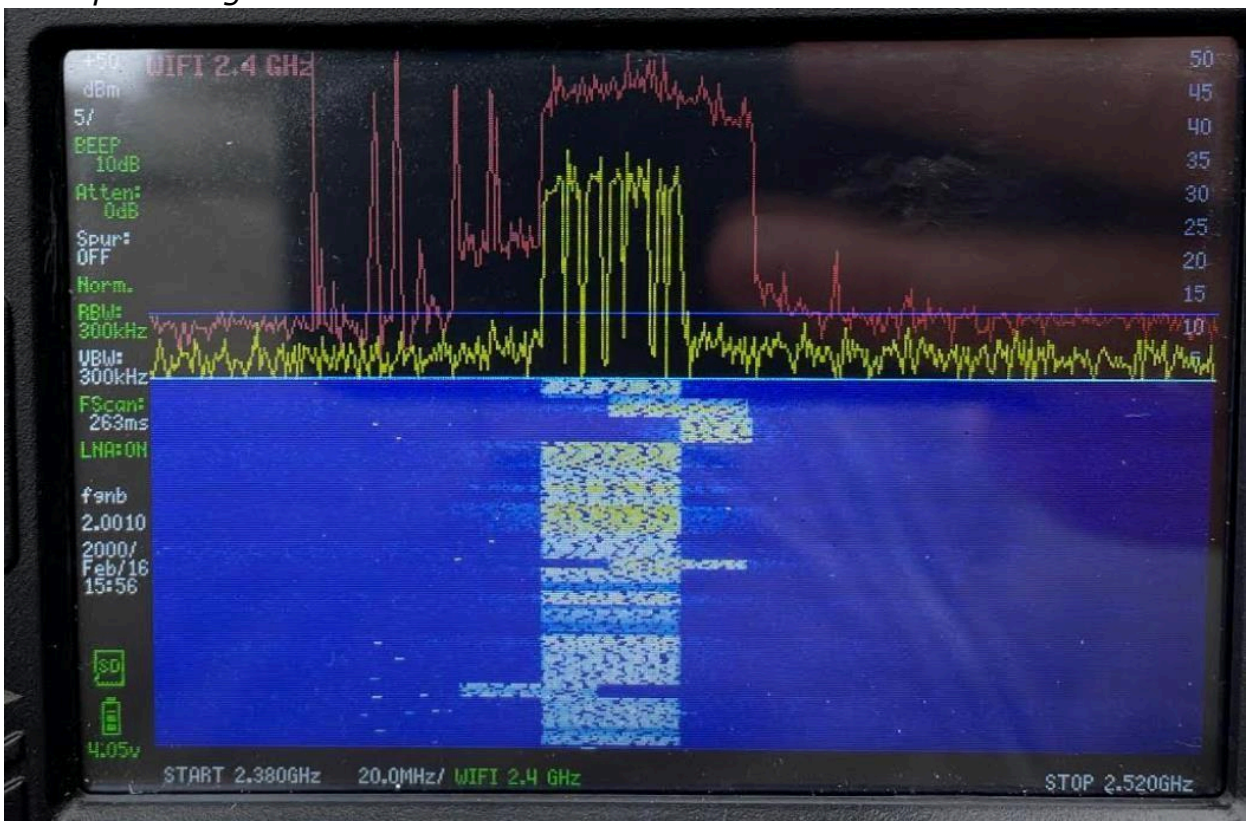
Almost all quadcopters fly with control in the frequency range of 2.4 GHz, 5.2 GHz, 5.8 GHz. At the same time, it is worth noting that long-distance flights are carried out only in the 2.4 GHz range. An exception is the Autel4T drone, which can be controlled in the 900 MHz range.

The drone in flight is fixed by the device at a distance of up to 3 kilometers and can be easily pinpointed. Modern drones use PPRC technology and during the flight, the range of the drone can move left and right, as can be seen in the figure below.

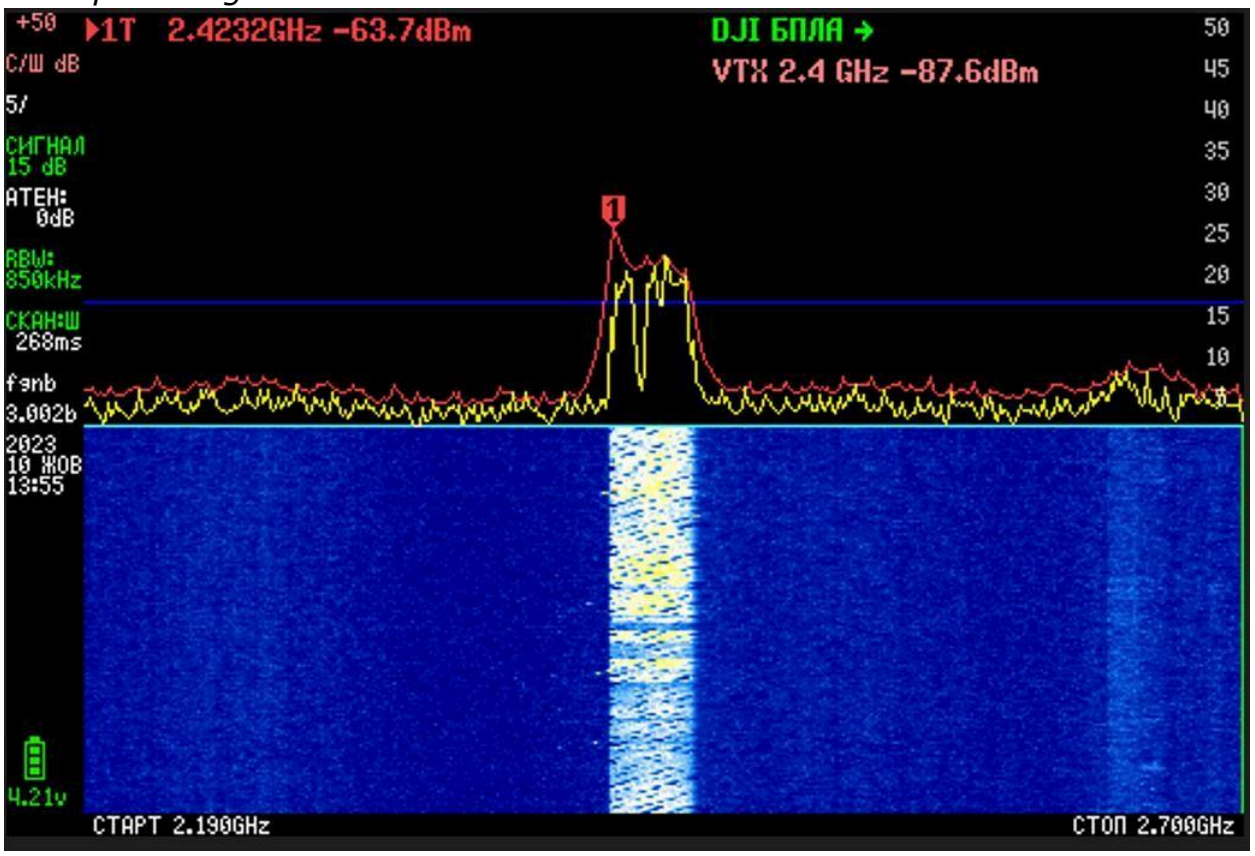
*Example: signal from a DJI Mavic at a distance of 2 km. The drone moves through the spectrum, choosing the best frequencies.*



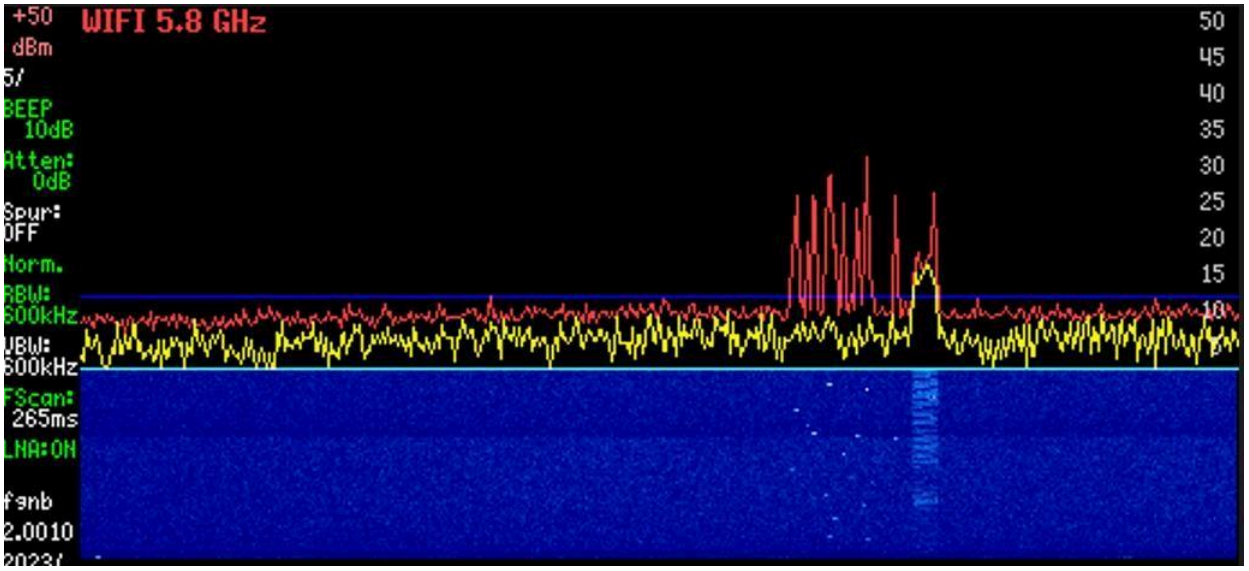
*Example: a signal from a DJI Mavic at a distance of a kilometer*




*Example: a signal from a DJI Mavic at a distance of 500m*



*Example: a signal from a DJI Mavic at a distance of 2 kilometers in the 5.8 GHz range*




### 3.7 Fixation with the possibility of direction finding of FPV quadcopters Control channel of FPV drones

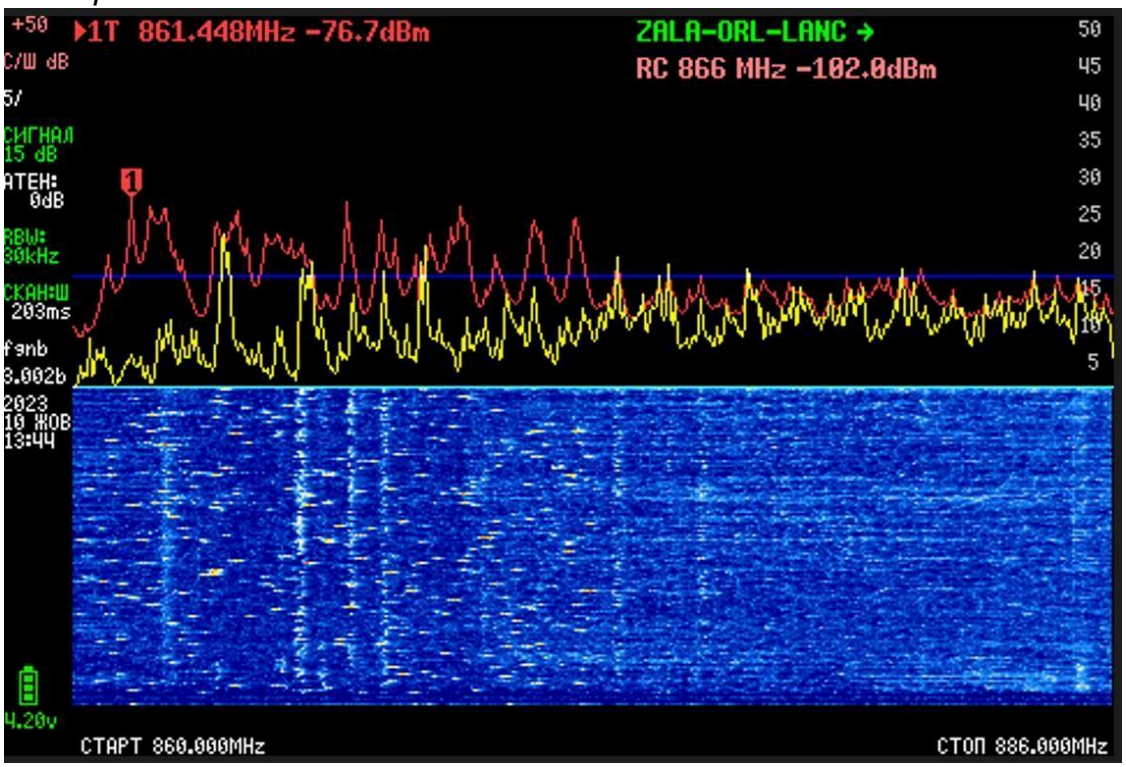
FPV drones of ELRS and TBS CROSSFIRE protocols work:

- «band 868" PPRF in the area 860-886 MHz

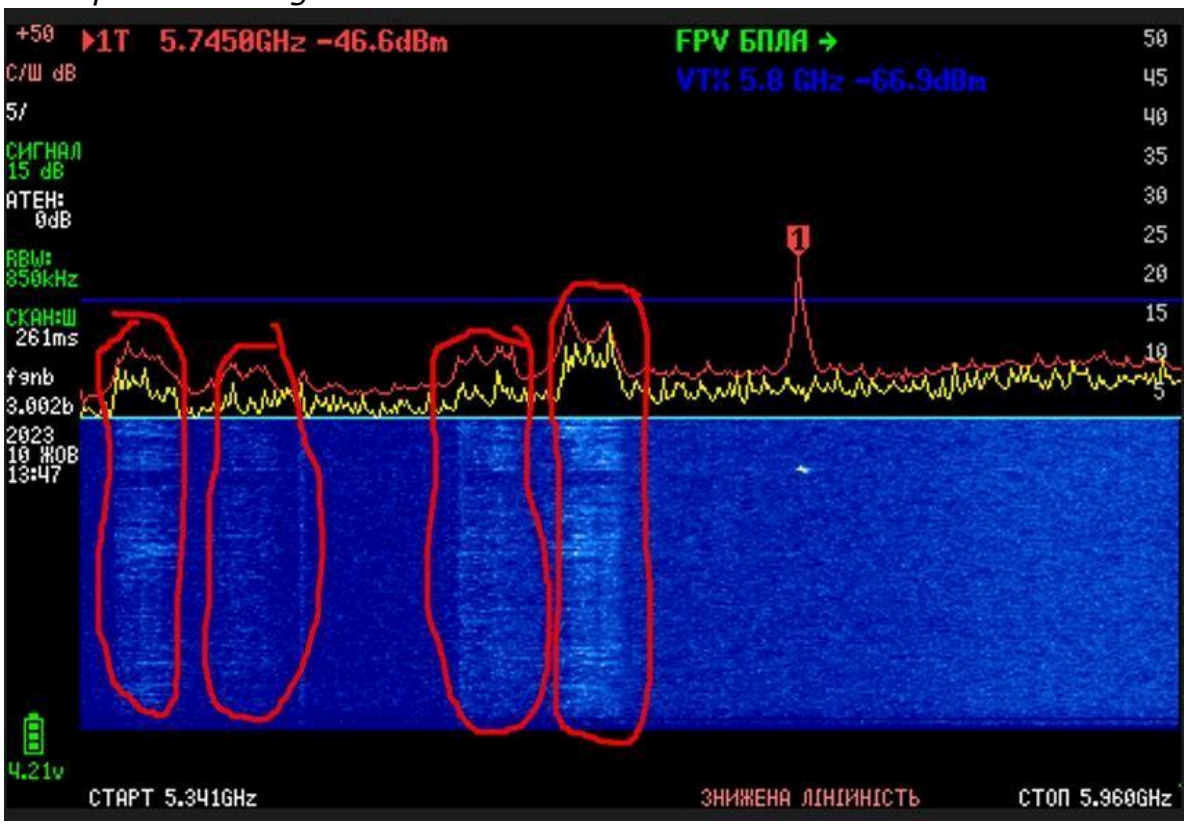
-"band 915" PPRF in the area 902-928 MHz

At these frequencies, the remote control emits and the drone transmits telemetry. If telemetry is disabled, the drone only transmits a video signal on 5.8, 1.3 or another band

*Example: several FPVs in the air at the same time on 860-886 MHz*



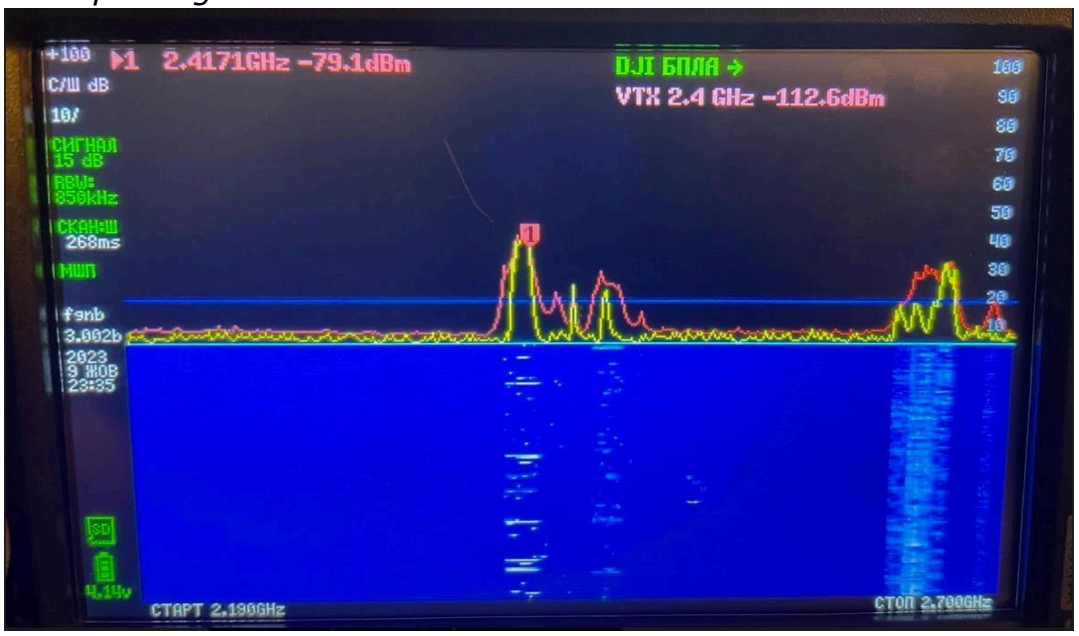
*Example: video signals from 4 FPVs in the air at 5.8 GHz*




## 3.8 Fixation with the possibility of direction finding of WiFi points at enemy positions

The device allows you to fix WiFi signal sources at enemy positions. These sources are most likely located at command posts and ROPs of the enemy. WiFi sources are determined quite far away, but the presence of a large number of UAVs in active areas of the front
will interfere with the determination of WiFi points

*Example: signal from several WiFi routers*



### 3.9 Other application options

The device can be used for other detection tasks:

- Radio stations on enemy armored vehicles in the range of 30-70 MHz

- satellite phones

- checking the range of operation of anti-drone guns

- bookmarks and beacons on equipment and "volunteer" loads

- checks of hidden broadcasts of trophy radio stations

- checking the frequency bands in which mobile communication works and adjusting antennas of mobile communication amplifiers on operators' towers

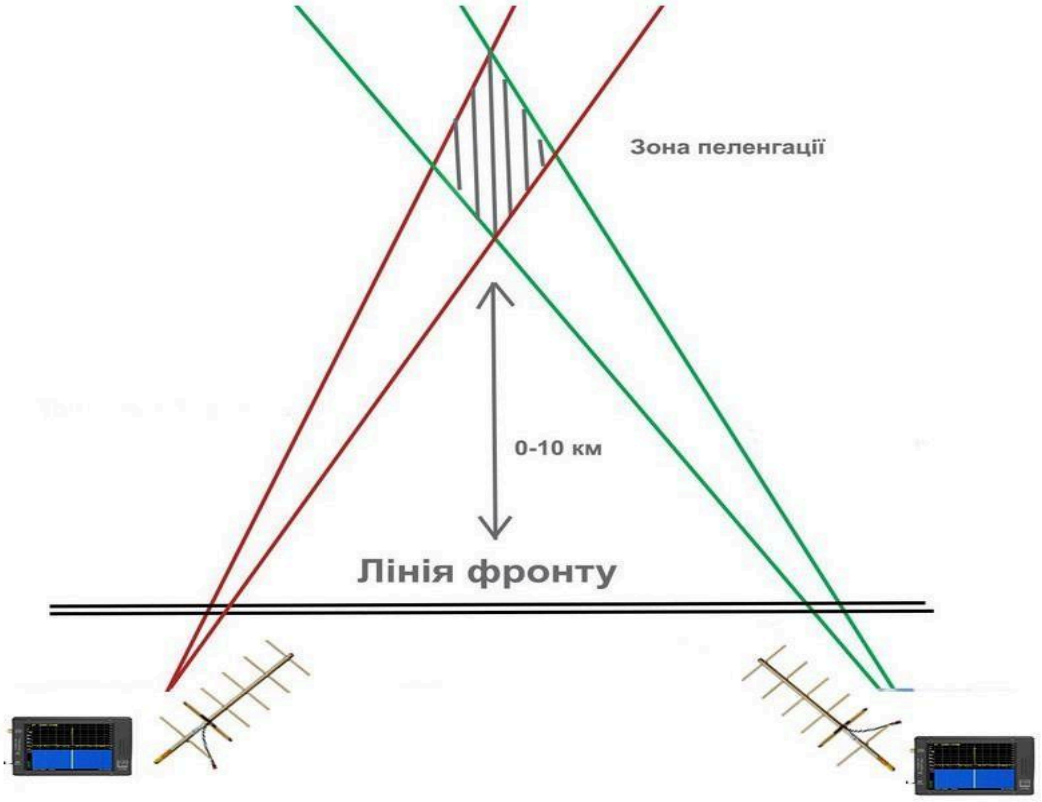
## 4. Direction finding of signal sources

Direction finding of a source of interference or a signal can be carried out by the classical method of triangulation.

To do this, you need to set the analyzer to the desired range and, rotating the directional antenna in a circle, choose the direction with the strongest signal. Mark the bearing (azimuth) on the map or in Krapyv. Repeat the same process at another point, driving a few kilometers away. The intersection of two bearings will give you the location of the object. Ideally, direction finding should be done from a height so that the signal is strong enough. It is also better to take not two, but three bearings to increase accuracy.

For accurate bearing, you need an antenna with a narrow directional pattern. A wave channel (Yagi) antenna is well suited for this. Of course, the accuracy of direction finding will be low (compared to direction finders Plastun or TCI) but quite sufficient to determine the approximate zone of the signal source and "reconnaissance" it with artillery or UAV fire.

Direction finding should be carried out at a distance of several meters from large metal or reinforced concrete objects.




**5. Determining the distance to the target**

You can determine the distance to the signal source by the signal level. This will only be an approximate understanding of the distance.

The signal level will be affected by the type of antenna, the presence of a cable between the antenna and the device, the gain of the low-noise amplifier, the location
reception and transmitter power. Therefore, in fact, you will be able to understand the distance based on your experience after some time, but only approximately.

When the signal is barely visible at the waterfall, the level is very weak and the source is far away.

When the signal became clear, the distance to the object decreased.

When the signal on the waterfall is yellow, the level is very strong. At the same time, the peaks of the bursts scale to the entire screen. This means that the source is literally within a kilometer from you.

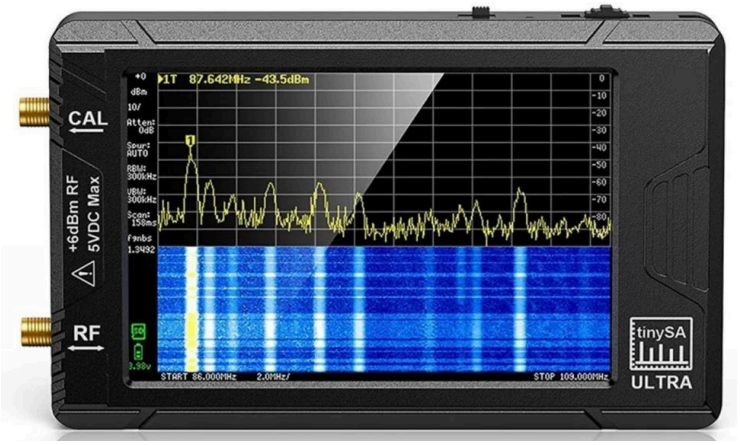
These ratios of signal levels and distances are different for different purposes. One thing for the Maviks, another for the Orlans. Therefore, only personal experience will help you here.

# Українськомовна версія (Ukrainian-Language Version)

**На замовлення Командування підготовки сухопутних військ**

# Настанова
# Практичне застосування аналізатора спектру «TINY SA ULTRA» для

# виконання бойових завдань




***ОБМЕЖЕННЯ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ:*** *обмежень для розповсюдження немає.*

**Автор Сергій Бескрестнов (Флеш)**

**Київ, жовтень 2023**

**Зміст документа:**

1. Загальна інформація

2. Рекомендації щодо роботи з приладом

3. Практичне бойове застосування

3.1 Перевірка частотних діапазонів VHF та UHF на наявність перешкод чи наявності активності

3.2 Перевірка частотних діапазонів на наявність перешкод чи активності РЕБ (як свого, так і чужого) за сигналами супутникової навігації

3.3 Перевірка частотних діапазонів на факт наявності перешкод чи наявності активності РЕБ (як свого, так і чужого) каналами управління БПЛА і каналами прийому відео сигналу

3.4 Фіксація та ідентифікація «крилатих» розвідувальних БПЛА РФ

3.5 Фіксація та ідентифікація «»крилатих ударних БПЛА РФ з можливістю їх пеленгації (Ланцент, Зала)

3.6 Фіксація з можливістю пеленгації квадрокоптерів DJI, AUTEL

3.7 Фіксація з можливістю пеленгації квадрокоптерів FPV

3.8 Фіксація з можливістю пеленгації точок WiFi на позиціях противника

3.9 Інші варіанти застосування

4. Пеленгація джерел сигналів методом тріангуляції

5. Визначення відстані до цілі

## 1. Загальна інформація

Аналізатор спектру Tiny Sa Ultra (далі прилад) є портативним аналізатором спектру з вбудованим акумулятором, що дозволяє приймати і досліджувати радіо сигнали в діапазоні частот до 6 ГГц.

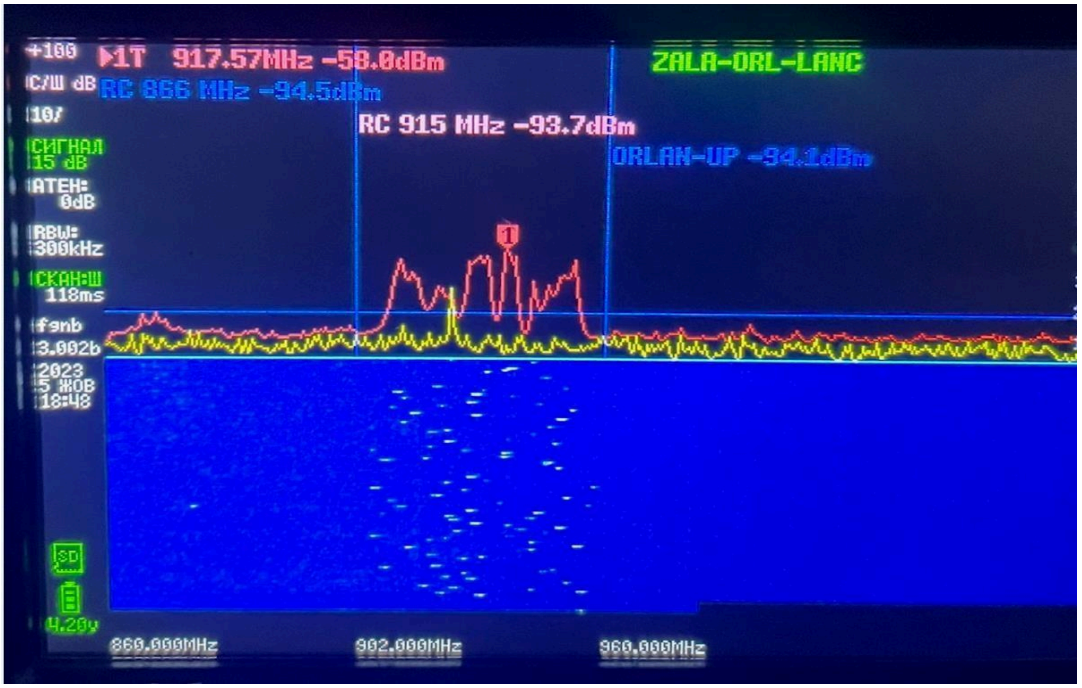
Прилад має безліч налаштувань, але загальна логіка роботи з ним проста: по вертикальній осі відображається рівень сигналу в децибелах, а у горизонтальній діапазон частот.

Тому будь-який сигнал буде відображатися «сплесками» на екрані жовтої лінії. Червону лінію додано, щоб показати максимальні значення «сплесків».

Так, як сигнали можуть дуже швидко з'являтися та пропадати (а сучасні цифрові сигнали взагалі складно відстежити по «сплесках») у приладі реалізовано рішення, яке називається «водоспад». Під жовтою лінією на синьому фоні Ви бачити «розгорнуті у часі» сигнали, які прилад вловив, а Ви оком не встигли помітити.

«Водоспад» це повзуча вниз стрічка на якій ставляться позначки сигналів. Вам такий принцип знайомий по приладу, що робить кардіограму.

Чим сигнал сильніший, тим жовті сплески будуть вищими, а на водоспаді крапки будуть жирнішими і змінюватимуть колір на червоний.




*Примітка: Дана настанова може також застосовуватися для роботи з будь-якими SDR приймачами та аналізаторами спектрів, що мають схожі характеристики.*

## 2. Рекомендації щодо роботи з приладом

*Прилад є пасивним, нічого не випромінює, та не фіксується засобами РЕР противника.*

1. Для більш зручного та простого використання приладу на нього слід встановити спеціальну україномовну прошивку з повним набором готових діапазонів та налаштувань. Прошивку та вказівки щодо встановлення та налаштування можна отримати у автора www.facebook.com/bkmit Зверніть
увагу, що автор захистив прошивку від противника і Вам потрібно буде дати автору серійний номер свого приладу і потім після встановлення прошивки ввести у прилад код активації.

2. Повністю заряджений прилад працює від вбудованого акумулятора близько 2 годин, для тривалішої роботи його слід підключити через дріт
«type C» до зовнішнього джерела живлення. Час заряджання вбудованого акумулятора 1 год.

3. Прилад має вбудований підсилювач сигналу (LNA, укр.МШП) якщо Ви використовуєте зовнішній підсилювач, то внутрішній необхідно відключити, прибравши галочку в меню.

4. Зовнішній підсилювач рекомендується застосовувати з посиленням 20-30 дБ. Обов'язково зверніть увагу на діапазон підсилювача. Якщо Вам важливий діапазон 5.8 ГГц, то зовнішній підсилювач обов'язковий. Із внутрішнім підсилювачем на 5.8 ГГц прилад працює погано.

*Посилювач сигналу*

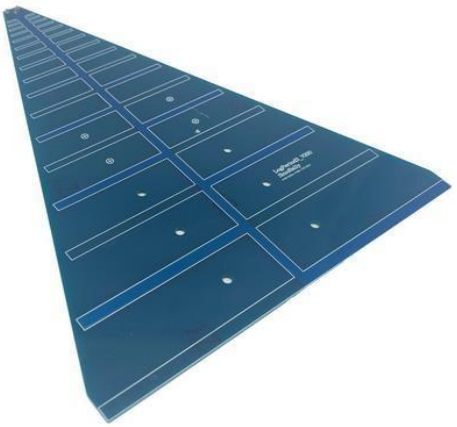
5. Прилад дуже сильно відсвічує на сонці, обов'язково застосовуйте захисні козирки та матові плівки як варіант захисту.

6. Не підносьте прилад до антидронових рушниць ближче 3 метрів і не спрямовуйте антену прямо на них.

7. До приладу допускається підключення будь-яких антен та фідерів опором 50 Ом через стандартний роз'єм типу SMA. Для пеленгації джерел сигналу та посилення слабких сигналів Вам потрібні спрямовані антени (наприклад,
хвильовий канал), які налаштовані на потрібний діапазон. Наприклад, для прийому сигналів російських БПЛА і FPV підійдуть антени діапазону 900 МГц від підсилювачів сигналу мобільного зв'язку. Для прийому сигналів дронів на 2.4 ГГц та 5. 8 ГГц підійдуть спрямовані антени від WiFi.

*Спрямована антена хвильовий канал*

8. Відома логоперіодична антена «трикутник» є компромісною. Вона працює на всіх діапазонах, але має слабке посилення та не дозволяє точно пеленгувати об'єкти.



9. На Youtube Ви знайдете багато відео уроків по користуванню приладом.

10. Приклад варіанта підключення Аналізатор + Підсилювач + Павербанк + антена на 2.4ГГц

11. Антени передавачів мають певну поляризацію. Тому при прийомі сигналів повертаючи антену навколо осі горизонтально або вертикально Ви можете досягти значного покращення приймального сигналу. Працювати спочатку потрібно з вертикальним положенням антени.

## 3. Практичне бойове застосування

Портативний аналізатор спектру Tiiny SA Ultra може бути використаний для наступних напрямків військової діяльності:

А.Перевірка частотних діапазонів на наявність перешкод чи наявності активності РЕБ (як свого і чужого)

- за сигналами супутникової навігації (пригнічення модуля GPS Старлінк)

- за частотами зв'язку та приймальними частотами ретрансляторів UHF та VHF

- каналами управління БПЛА

- каналами прийому відеосигналів від БПЛА

Б.Фіксація та ідентифікація крилатих розвідувальних БПЛА з можливістю їх пеленгації

В.Фіксація та ідентифікація крилатих ударних БПЛА з можливістю їх пеленгації (Ланцент, Зала)

Г.Фіксація з можливістю пеленгації квадрокоптерів FPV дронів, DJI, AUTEL

Д.Фіксація з можливістю пеленгації точок WiFi на позиціях супротивника

Е.Пеленгація джерел сигналів методом тріангуляції

- сигнали супутникової навігації

- частоти зв'язку та приймальні частоти ретрансляторів UHF та VHF

- канали управління БПЛА

- канали прийому відеосигналів від БПЛА

### 3.1 Перевірка частотних діапазонів на наявність перешкод чи наявность активності РЕБ

Перевірка частотного діапазону на предмет наявності перешкод або наявності активності РЕБ (як свого так і чужого) по частотам зв'язку та приймальним частотаи ретрансляторів UHF та VHF

Противник може ставити активні перешкоди в діапазонах 136-174 МГц і 420-470 МГц з метою перешкодити радіообміну. Оскільки ми використовуємо цифровий вид зв'язку стандарту DMR, ми не можемо розпізнати наявність
таких перешкод без аналізу спектра. В аналоговому зв'язку таку активність можна було розпізнати у вигляді посилених шумів і сторонніх звуків. У цифровому форматі ми не почуємо шумів, але відстані зв'язку сильно скоротяться. Постійний контроль ефіру допоможе нам зафіксувати активність РЕБ супротивника та своєчасно змінити частоти на запасні.

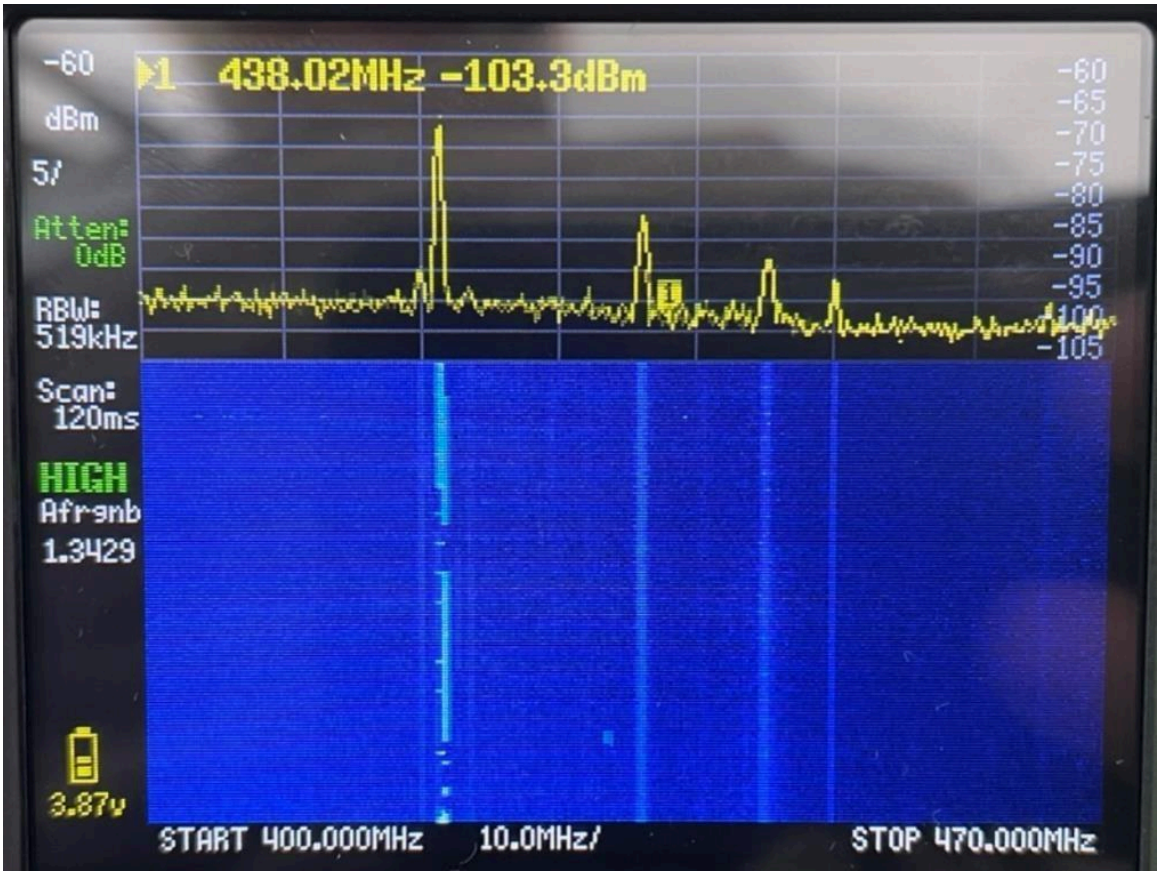
Більш важкою є ситуацією з формуванням противником перешкод на приймальних (вхідних частотах радіоретранслятора). Це призведе до того, що ретранслятор не чутиме далекі станції, а можливо й близькі. Без аналізу спектра швидко визначити причину буде складно.

Також аналіз спектру дозволяє зв'язківцям вибрати найчистішу приймальну частоту. Тому що на активних фронтах ефір щільно завантажений, і Вам можуть заважати передавачі сусідніх підрозділів.

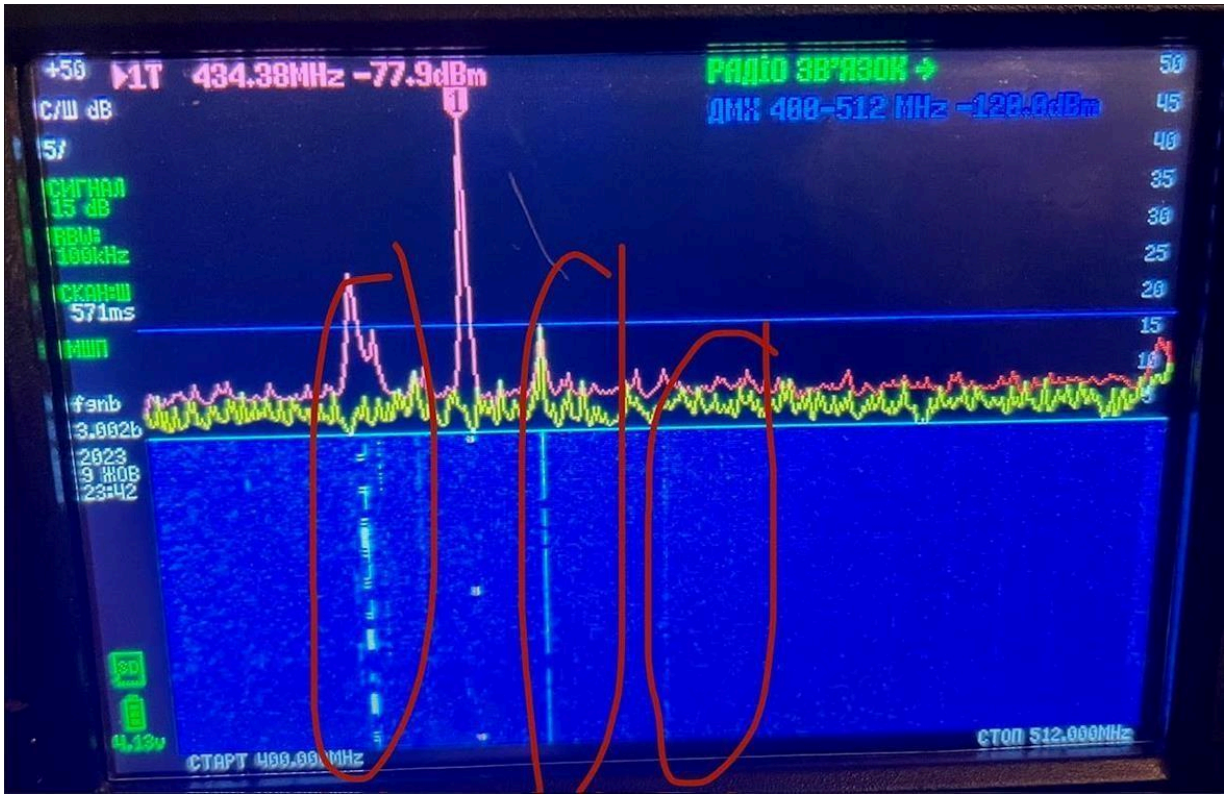
**Застосування**

Необхідно виставити потрібний діапазон і обертаючи коліщатко знайти Вашу частоту і переконатися, що на ній немає перешкод. Якщо перешкода є, необхідно змінити частоту. Часто буває так, що в діапазоні VHF і UHF періодично працюють потужні джерела перешкод (наприклад, РЛС П-18), які не дадуть Вам організувати нормальний зв'язок на конкретній ділянці фронту і Вам доведеться підбирати частоти. Тобто мало подивитися частоту один раз, за нею слід стежити протягом часу.

*Приклад: стан ефіру в діапазоні UHF. Відразу видно перешкоди та зайняті частоти.*



Приклад: стан ефіру в діапазоні UHF.

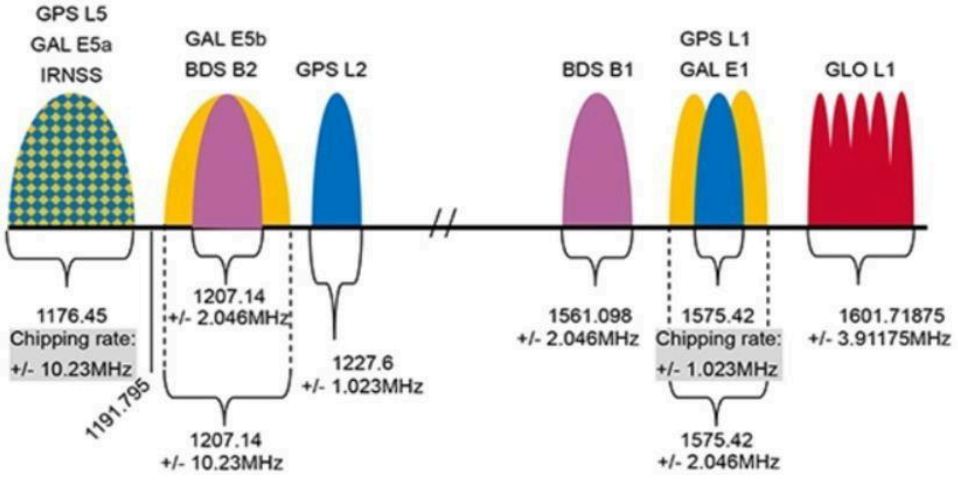



**Антени**

Можна використовувати будь-які антени VHF або UHF діапазону. Для перевірки частоти прийому ретранслятора пристрій потрібно підключити до кабелю антени ретранслятора через перехідник.

## 3.2 Перевірка частотних діапазонів на наявність перешкод чи активності РЕБ (як свого так і чужого) по сигналам супутникової навігації

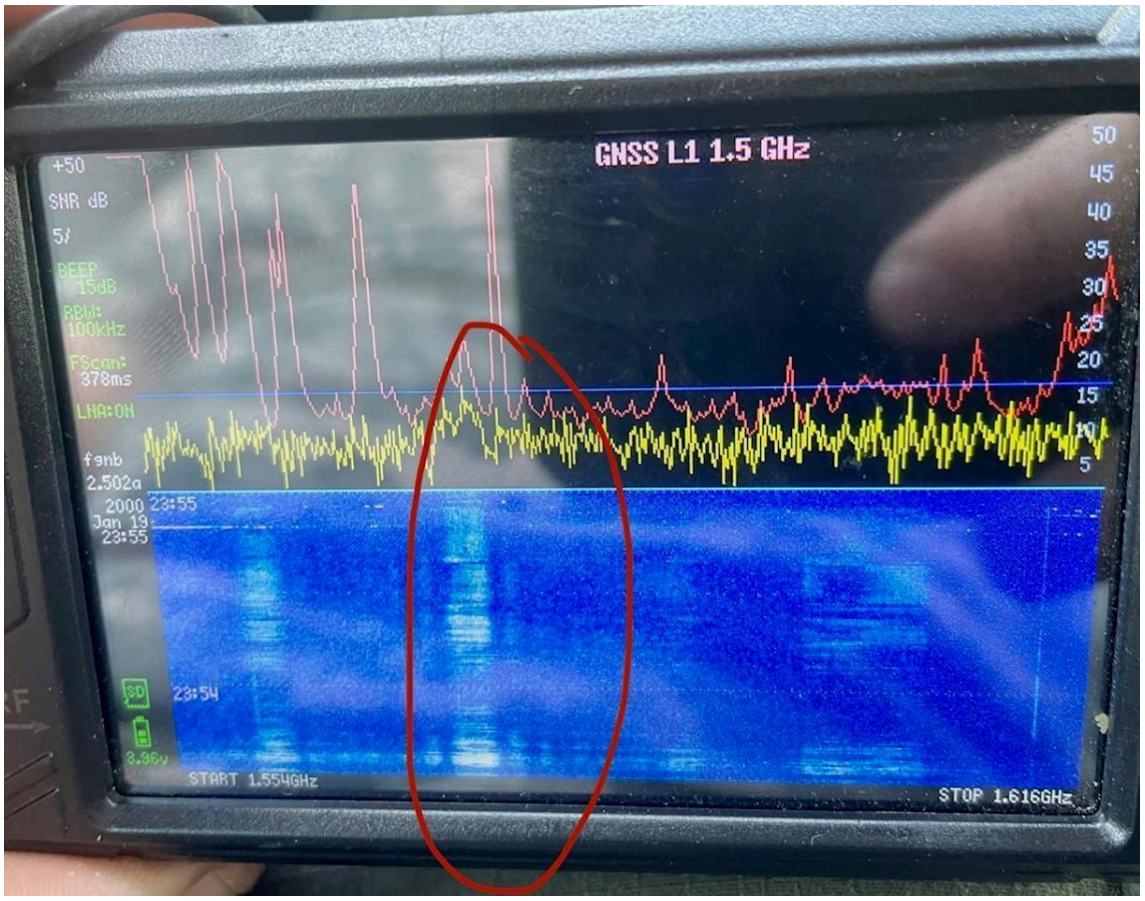
Якщо Вам необхідно зрозуміти, чи пригнічує РЕБ частоти супутникової навігації у Вашій місцевості, потрібно «подивитися» на наступні частоти:



Частоти: GPS L1 1575 МГц GPS L2 1227 МГц GPS L5 1176 МГц ГЛОНАСС L1 1602 МГц ГЛОНАСС L2 1245 МГц

*Приклад: РЕБ на частотах навігації GPS та ГЛОНАСС 1.54-1.64ГГц*

*Приклад: РЕБ на частотах навігації*



Слід враховувати, що на землі Ви з великою ймовірністю не побачите перешкоди і треба перевірити ефір хоча б на 10 метрів над рівнем землі.

Якщо прямо на землі Ви бачите сигнали РЕБ по частотам навігації це означає, що

- РЕБ РФ стоїть десь поруч, найімовірніше на височини або на будівлі або на вежі мобільного зв'язку

- Ви не зможете злетіти на дроні, який не підготовлений

- Ваш Старлінк погано працюватиме (в меню Старлінка потрібно вибрати синхронізацію за своїми супутниками)

- Ви можете знайти приладом місце із мінімальним рівнем сигналу від РЕБ

**Застосування**

Виставити на приладі діапазон частот, в якому працює супутникова навігація. Перевірити наявність перешкод на навігаційних частотах. Також можна знайти приладом місце з мінімальним рівнем сигналу від РЕБ

**Антени**

Можна застосовувати логоперіодичну антену або антену Вівальді

### 3.3 Перевірка частотних діапазонів на факт наявності перешкод чи наявності активності РЕБ (як свого так і чужого) по каналам управління БПЛА і каналам прийому відео сигналу

Перед вильотом, пілот БПЛА повинен переконатися, що поруч із точкою вильоту не працює РЕБ, який глушить канали керування, телеметрії та відео. Інакше БПЛА відлетить деяку відстань і сигнал від нього буде втрачено. Бувае що це працює наш український РЕБ.

**Застосування**

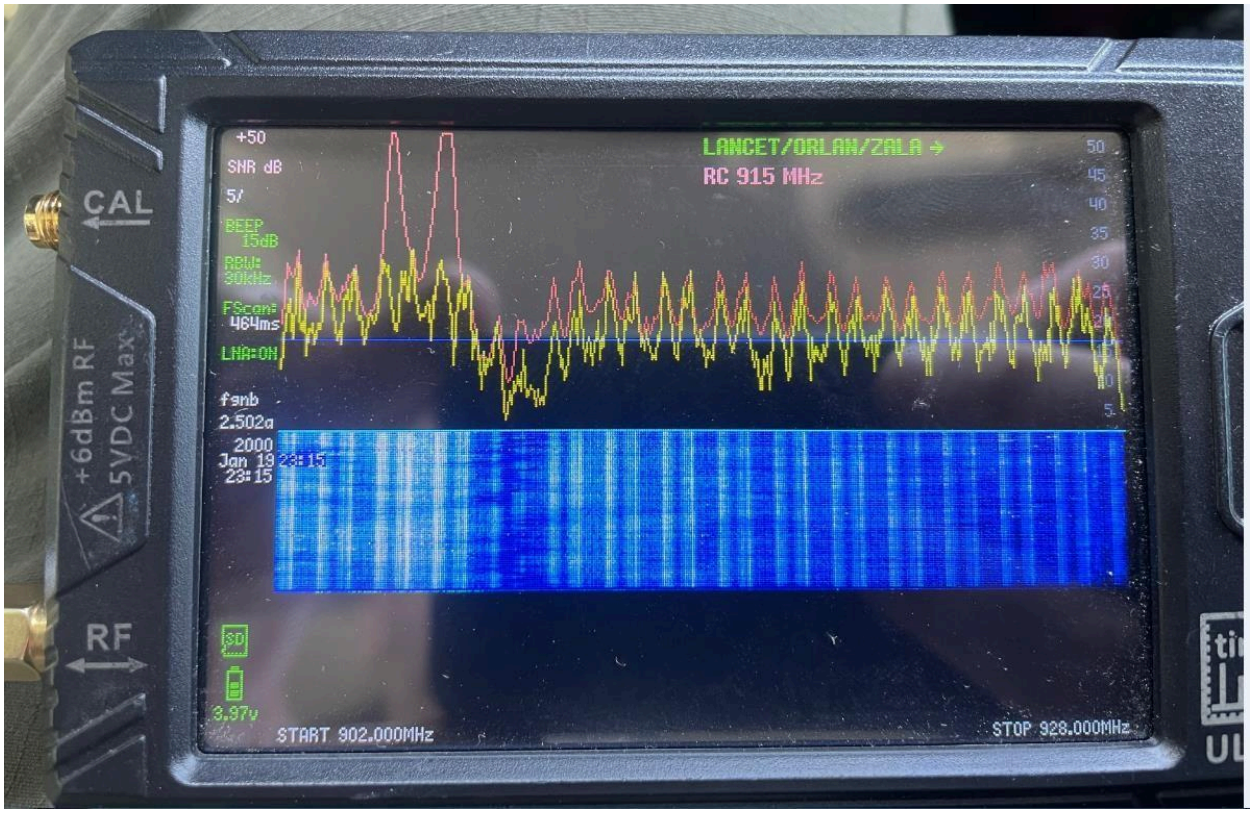
Потрібно знати діапазон частот у якому працює Ваш БПЛА (якщо це крило) та подивитися його на аналізаторі спектру. Ви відразу побачите, чи є ознаки роботи РЕБ в ефірі. На практиці наш РЕБ тисне зазвичай діапазон 900 МГц (там літають крім БПЛА РФ наші FPV та частина наших крил). Також РЕБ може тиснути діапазон 2.4 ГГц, 5.8 ГГц, на якому літають DJI та діапазон 5.8 ГГц, на якому передається відеосигнал від FPV.

Друга частина проблеми - це перенавантаження діапазону 5.8 ГГц що погано для прийому відео від FPV дронів. Навколо Вас літають сотні дронів, яких Ви не бачите, але вони створюють перешкоду на Ваш приймач. Огляньте діапазон і якщо на 5.8 ГГц є перешкоди, виберіть канал на якому перешкод немає.

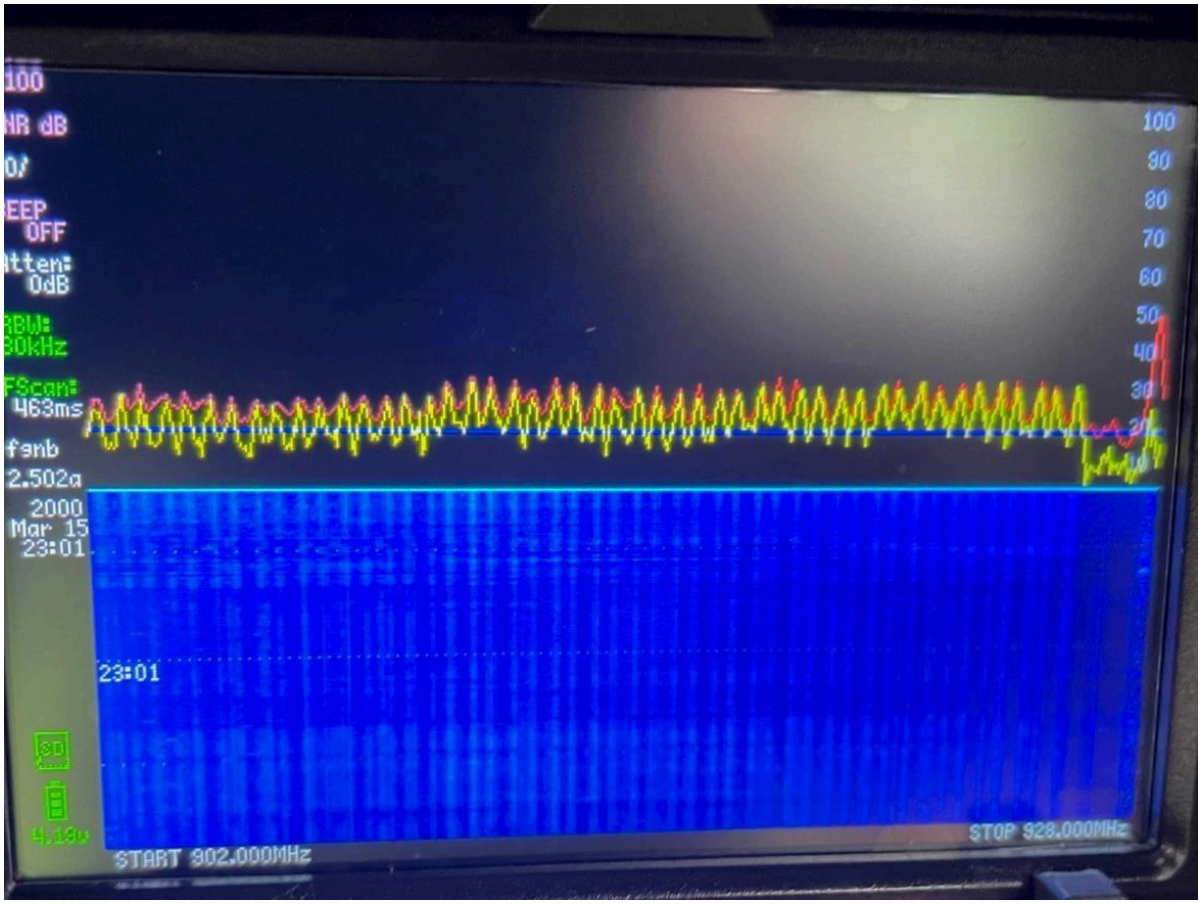
## Антени

Можна використовувати як універсальну антену, так і антену налаштовану на конкретний діапазон

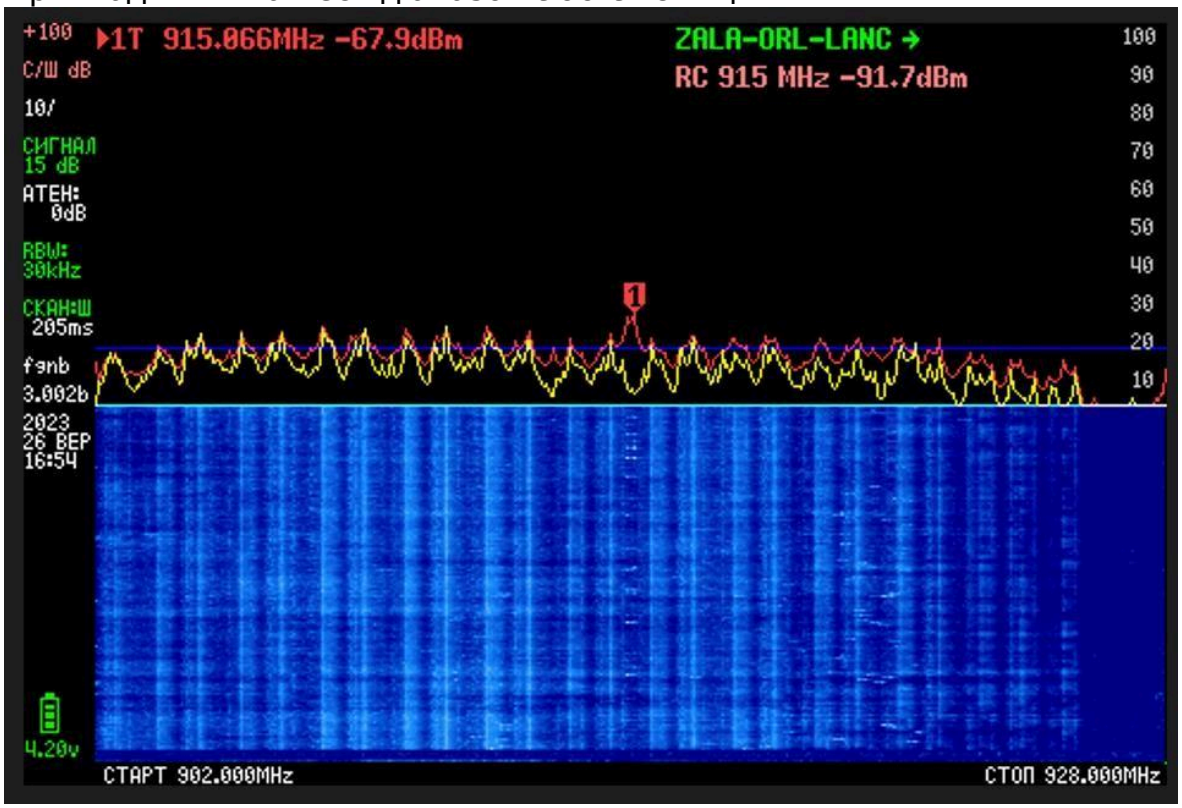
*Приклад: РЕБ на весь діапазон 900-928Мгц*



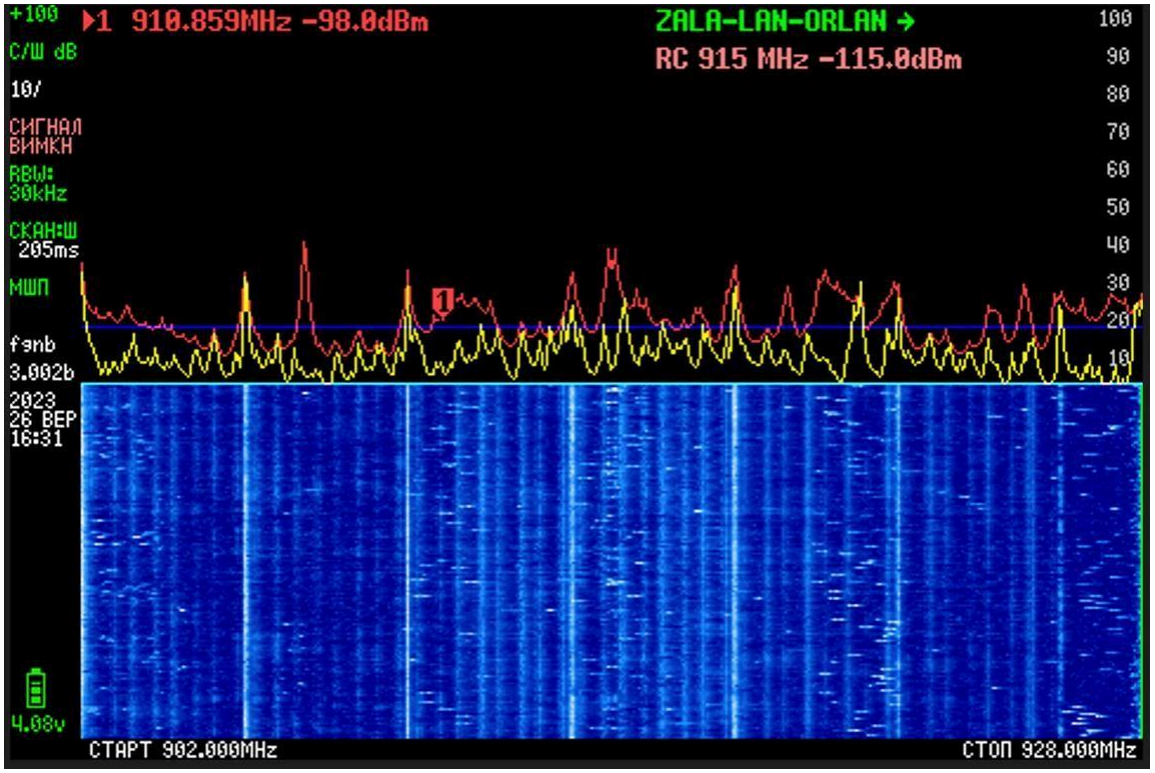
Приклад: РЕБ на весь діапазон 900-928Мгц



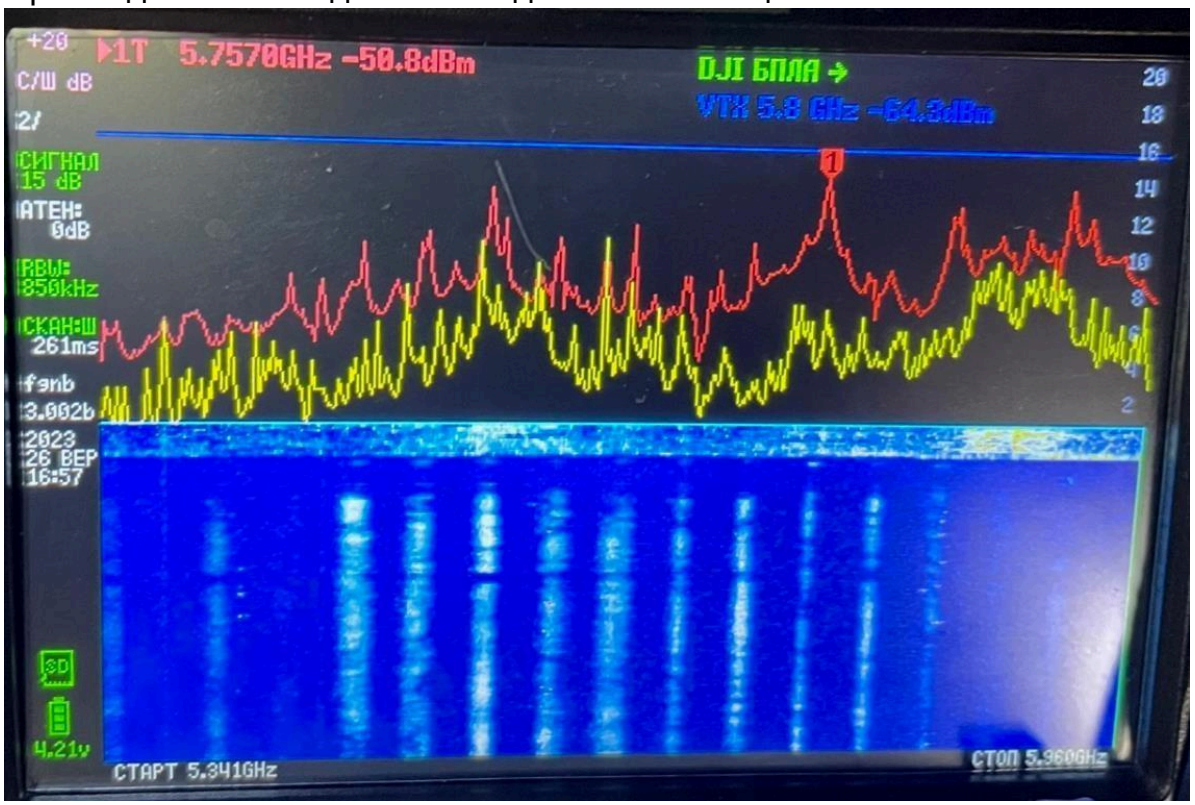

Приклад: РЕБ на весь діапазон 900-928Мгц



*Приклад: РЕБ на весь діапазон 900-928Мгц «через який» намагаються працювати БПЛА РФ*




Приклад: РЕБ весь діапазон відео 5.5-5.9 ГГц



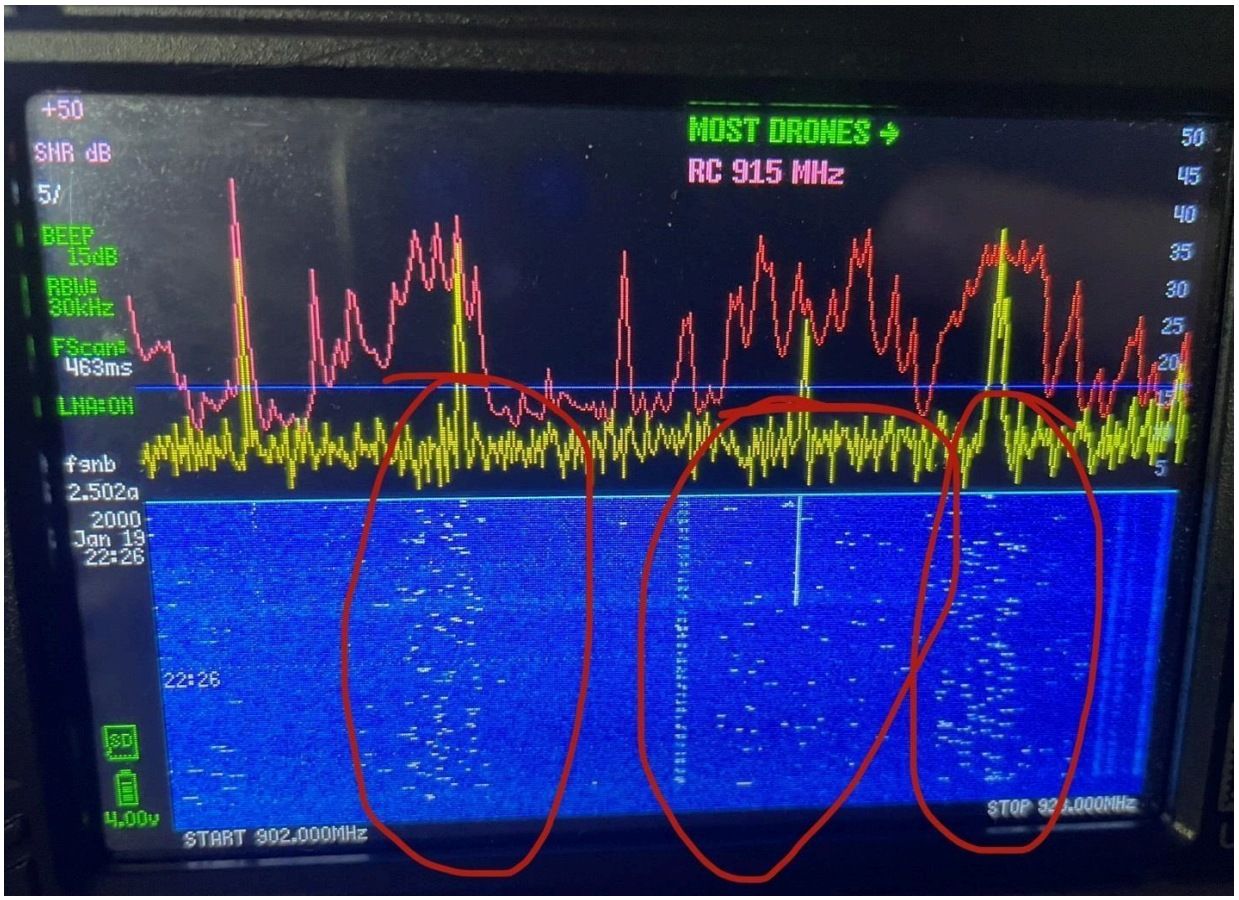
### 3.4 Фіксація та ідентифікація «крилатих» БПЛА

Майже всі 100% БПЛА противника передають сигнали телеметрії в діапазоні 900 МГц, а точніше 868-870 МГц, 902-928 МГц, 960-1020 МГц

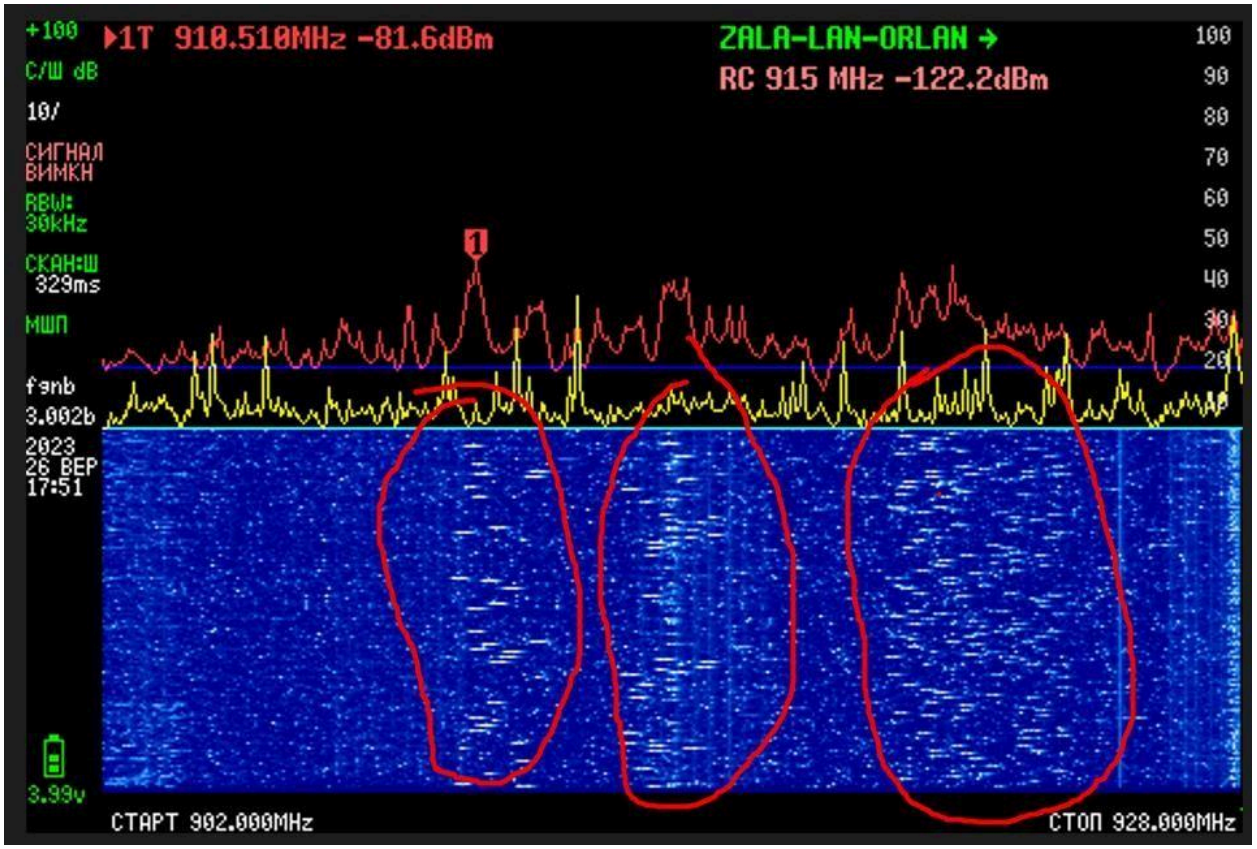
Відрізнити їх можна за частотами та формою сигналів.

Орлан на фронтах зустрічається найчастіше, працює у діапазоні 902-928 МГц (нові моделі 960-1020 МГц). Сигнал виглядає, як набір рисок на водоспаді спектру в смузі зазвичай 2 МГц або 4 МГц. Риски це стрибки по частоті (ППРЧ).

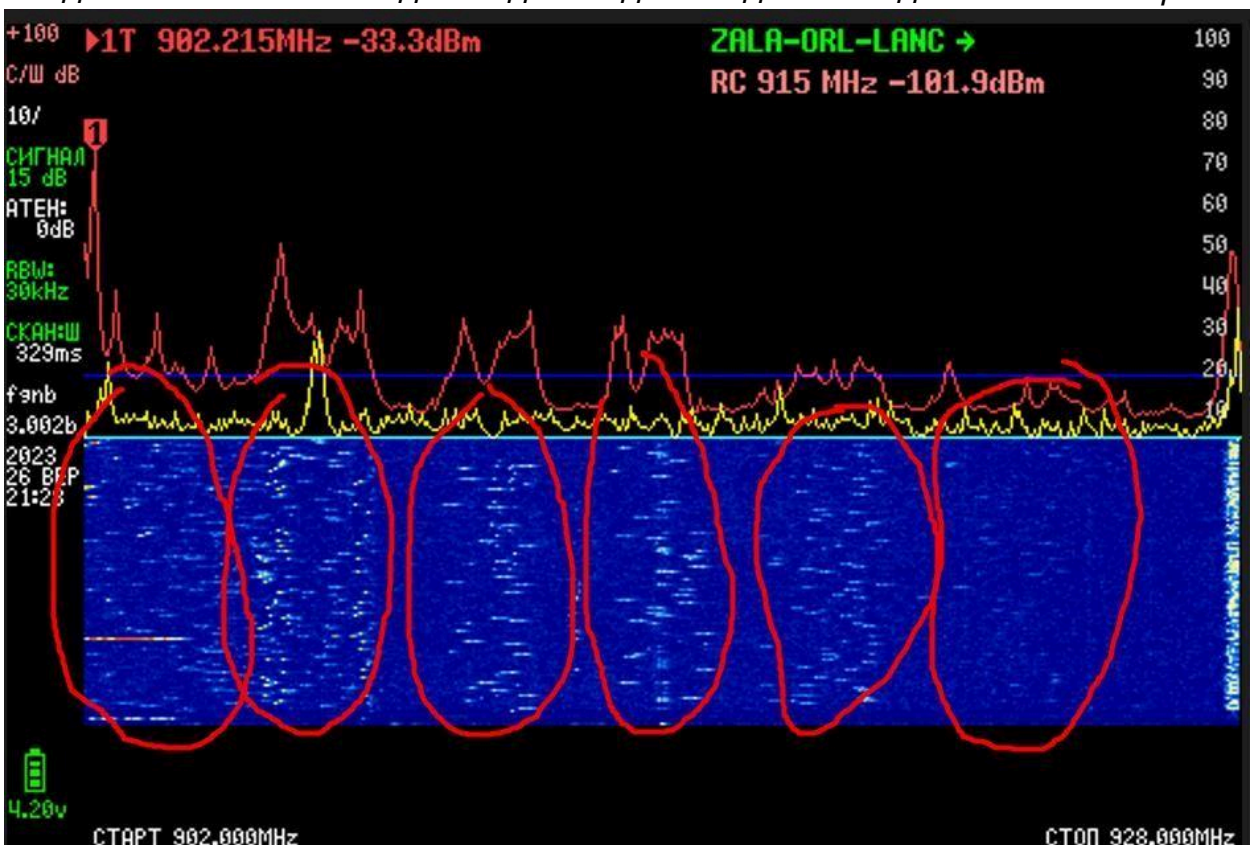
*Приклад: три Орлани позначені червоним. У середнього смуга 4 МГц в інших 2 МГц. На аналізаторі також видно сигнал від Зала або Ланцету на 915 МГц у вигляді тонкої подвійної смужки*



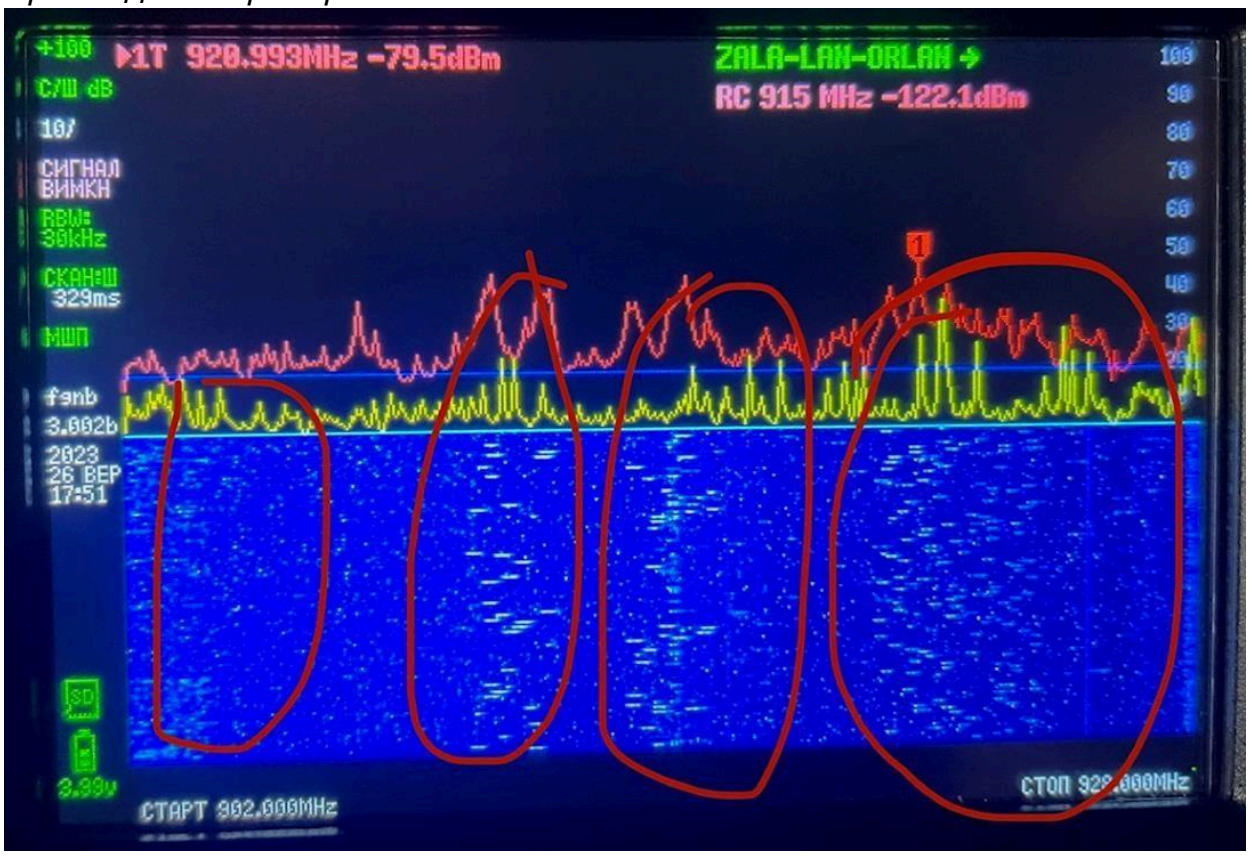
*Приклад: три Орлани позначені червоним.У правого смуга ППРЧ 4 МГц*




*Приклад: у небі шість Орланів (позначені червоним). Правий найдальший. Сигнал ледве видно. Відстань до нього десь 40 кілометрів*

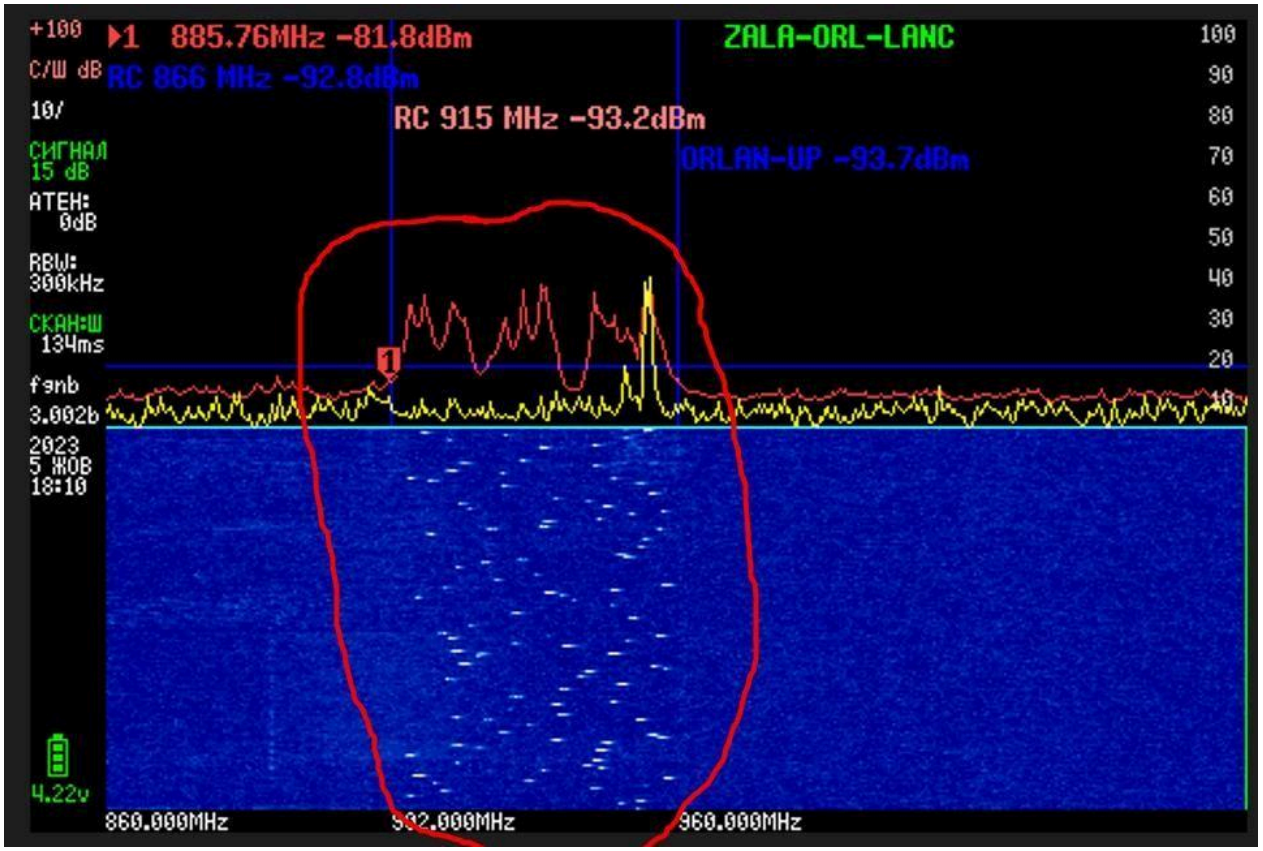


*Приклад: чотири Орлани*




*Приклад: Два Орлана дуже далеко (30 км)*

*Приклад: гарний сигнал Орлана, до якого 20 кілометрів*



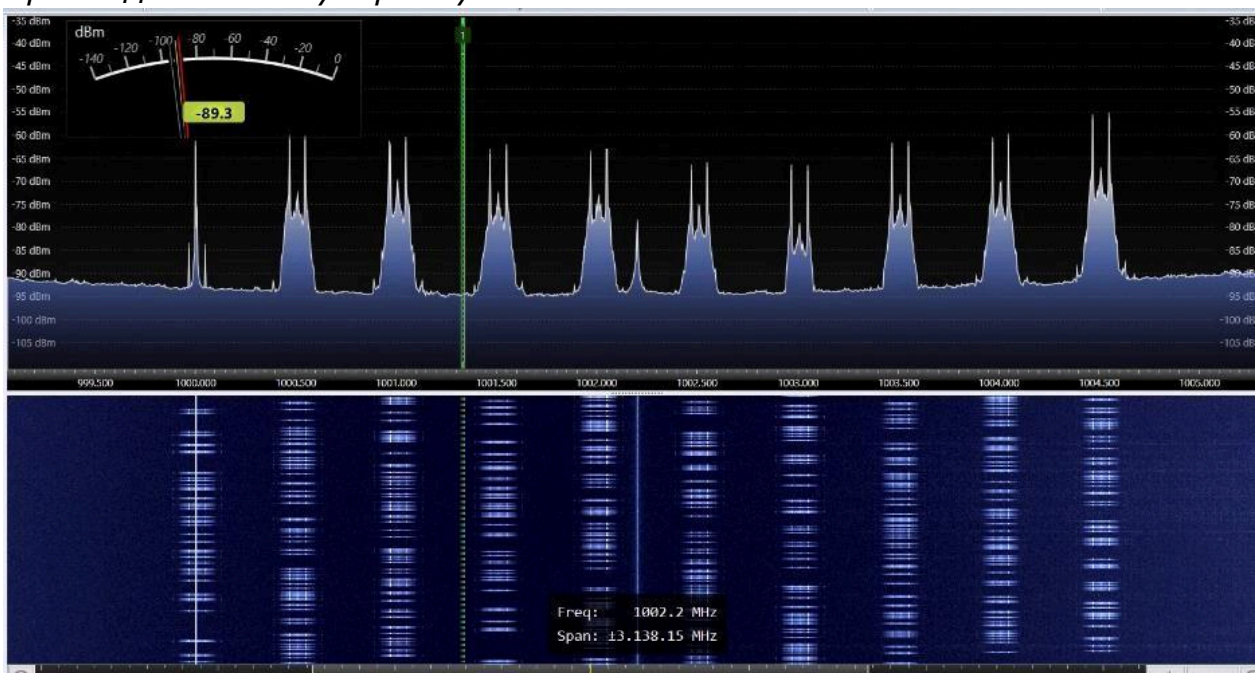

**СУПЕРКАМ**

*БПЛА Суперкам це 10 суцільних смужок на одному діапазоні зазвичай в районі 1000 МГц. Сигнал специфічний та його неможливо переплутати з іншими БПЛА.*

**Суперкам**
**выявленные частоты:**

| | |
|---|---|
| **865-870** | 10 каналов |
| **880-885** | 10 каналов |
| **890-895** | 10 каналов |
| **960-965** | 10 каналов |
| **965-970** | 10 каналов |
| **990-995** | 10-11 каналов |
| **995-1000** | 10-11 каналов |
| **1000-1005** | 11 каналов |
| **1005-1010** | 11 каналов |
| **1015-1020** | 11 каналов |

*Приклад: сигнал Суперкаму*




*Приклад: сигнал Суперкаму*

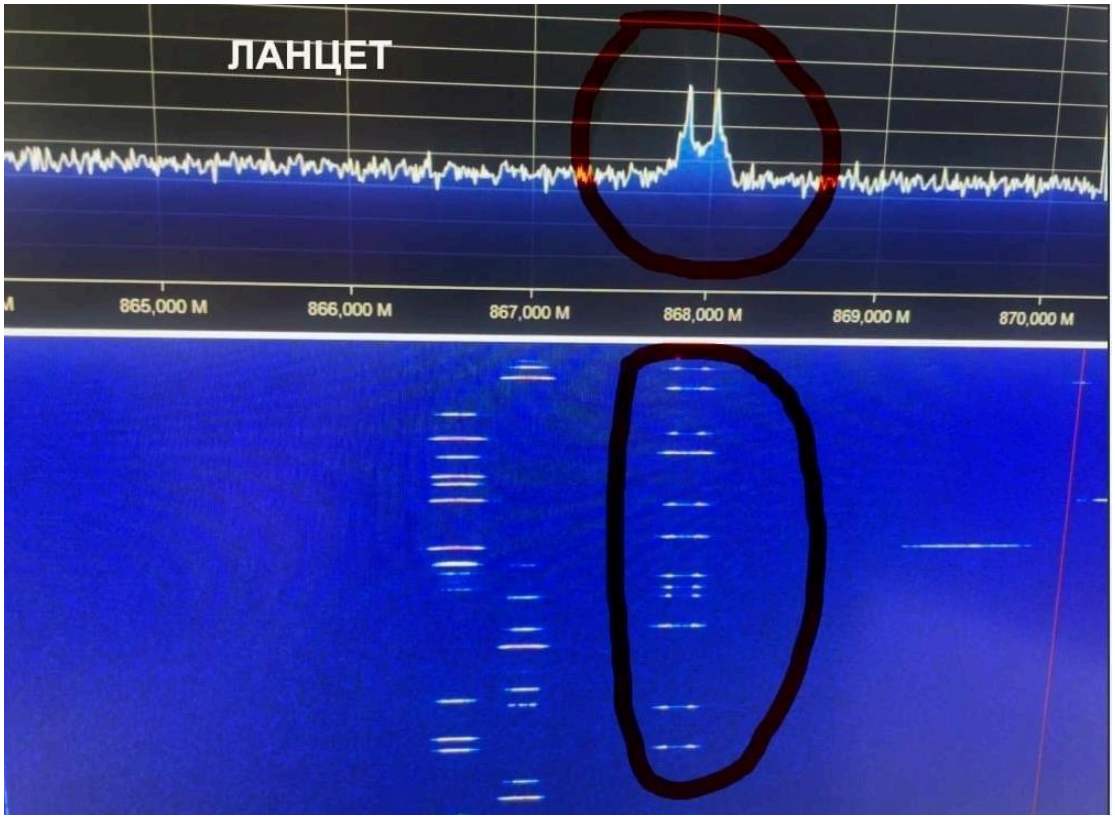
*Приклад: кілька Орланів та чіткий сигнал схожий на Суперкам, але смужок 8, а не 10. І частоти інші. Це наш «Посейдон».*

### 3.5 Фіксація та ідентифікація «крилатих» ударних БПЛА з можливістю їх пеленгації (Ланцент, Зала)

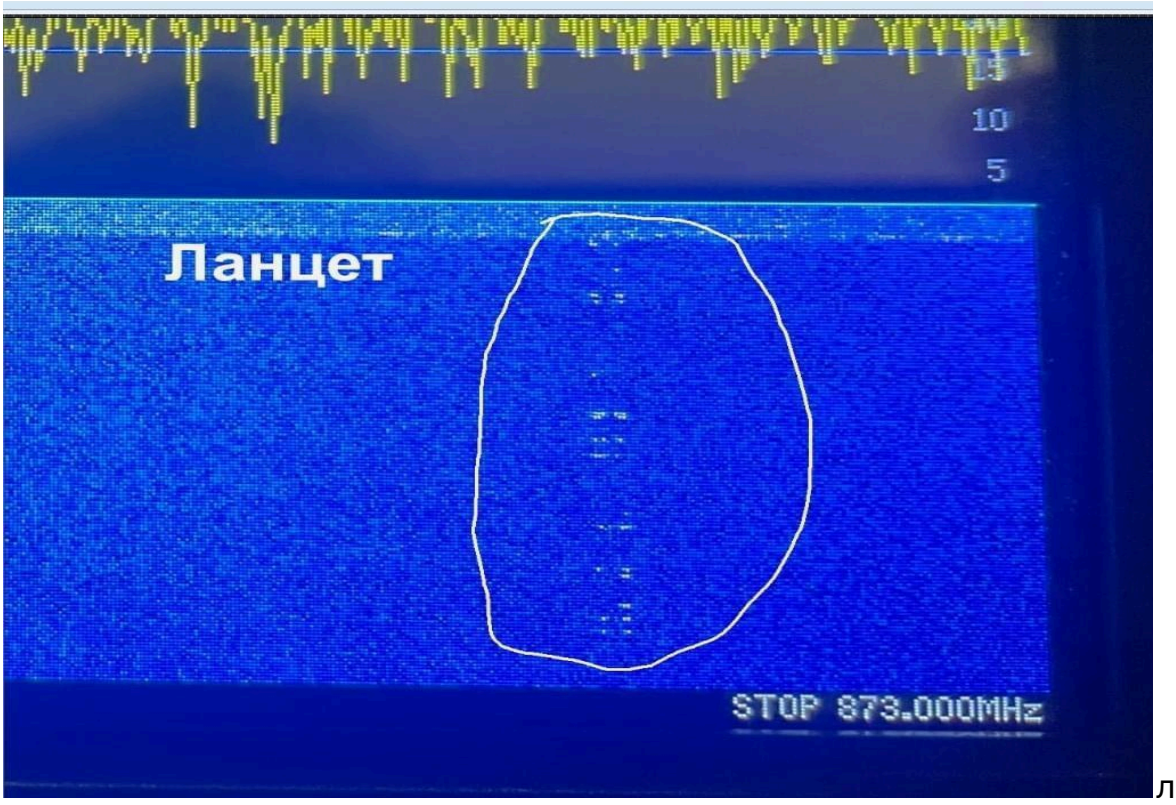
Сигнал Zala є однотипним із Ланцентом, але Zala працює зазвичай на частоті 870 МГц. Виглядає сигнал на водоспаді, як дві переривчасті смуги, які розташовані дуже близько (150-170 кГц)

Ланцет має такий сигнал, як і Zala, але зазвичай працює на частоті 868 МГц.

Приклад: чіткий сигнал Ланцету на 868 МГц. Ознака - подвійні ріжки. Дистанція 10 км.



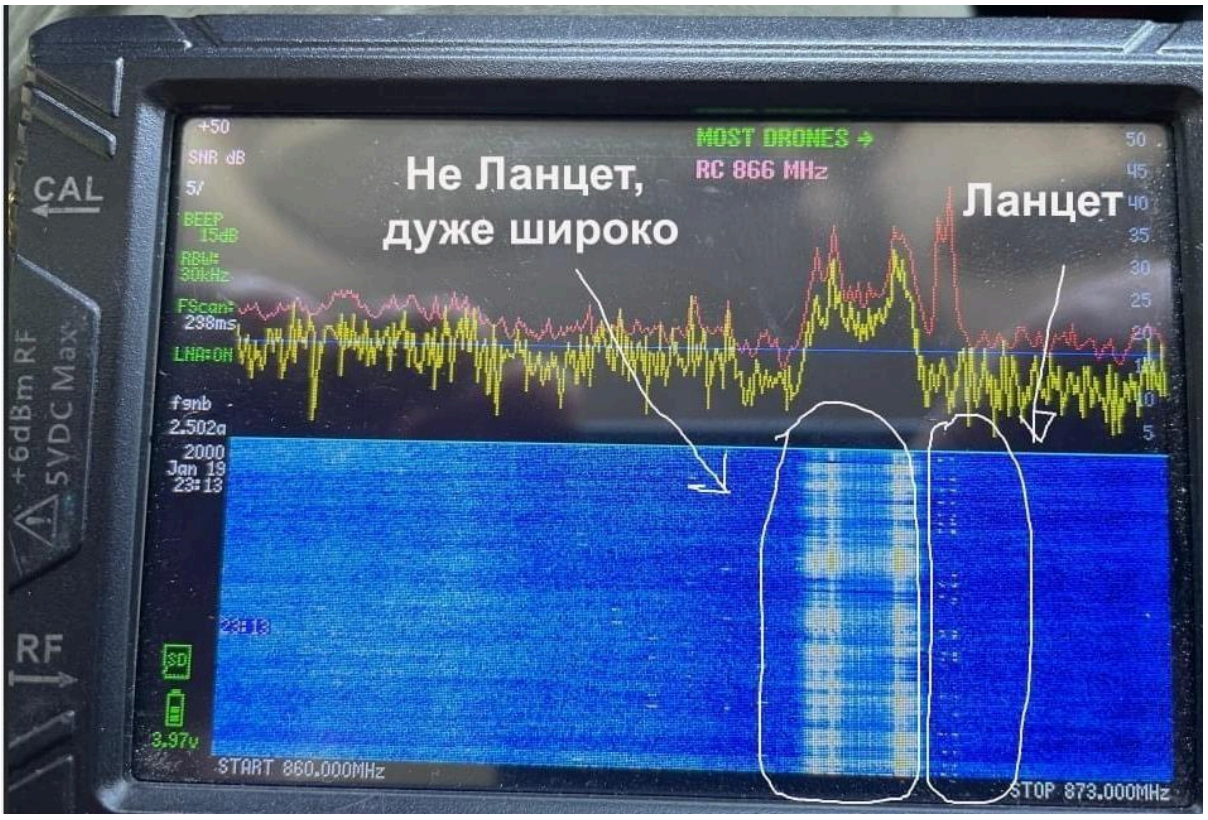

Приклад: слабкий сигнал Ланцета на 868 МГц. Дистанція 15-20 км.



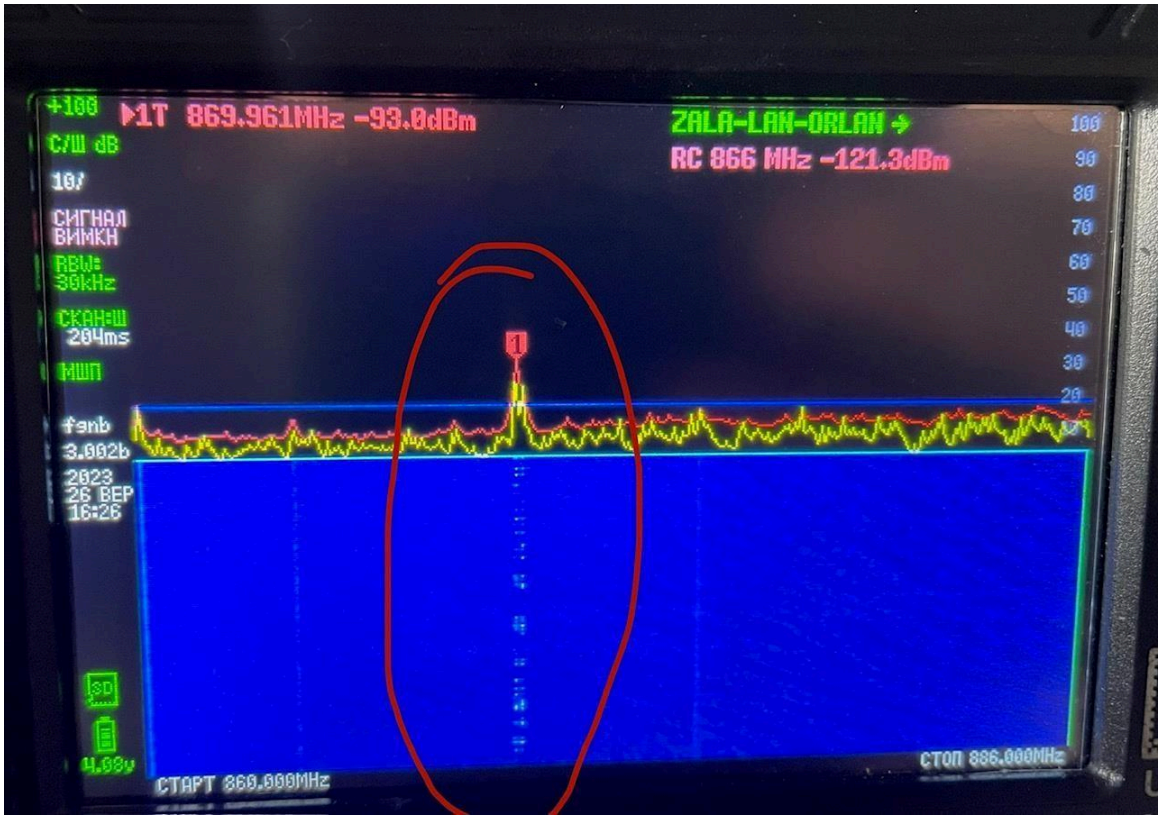

л

Приклад: дуже слабкий сигнал Ланцету на 868 МГц. Дистанція 20-30 Км.

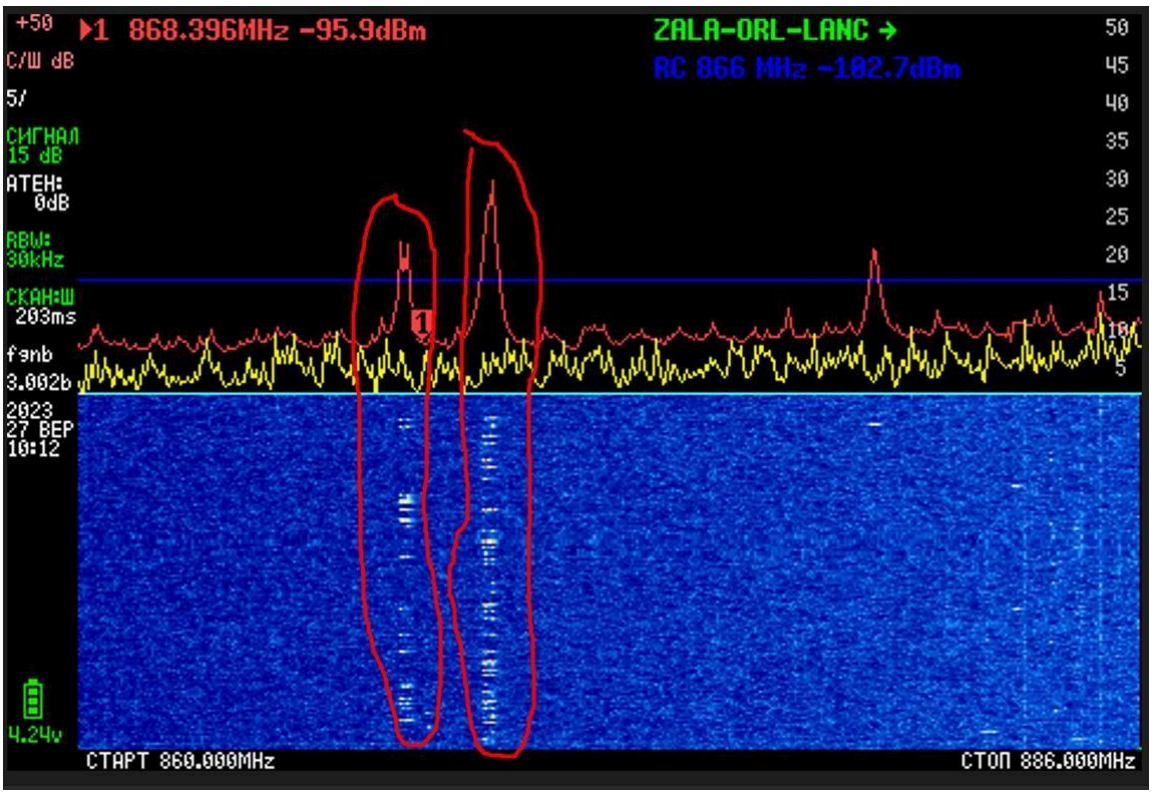
*Приклад: середній за рівнем сигнал Ланцета на 868 МГц Дистанція 15 км*



*Приклад: дуже слабкий сигнал Zala на 870 МГц Дистанція 20 Км*

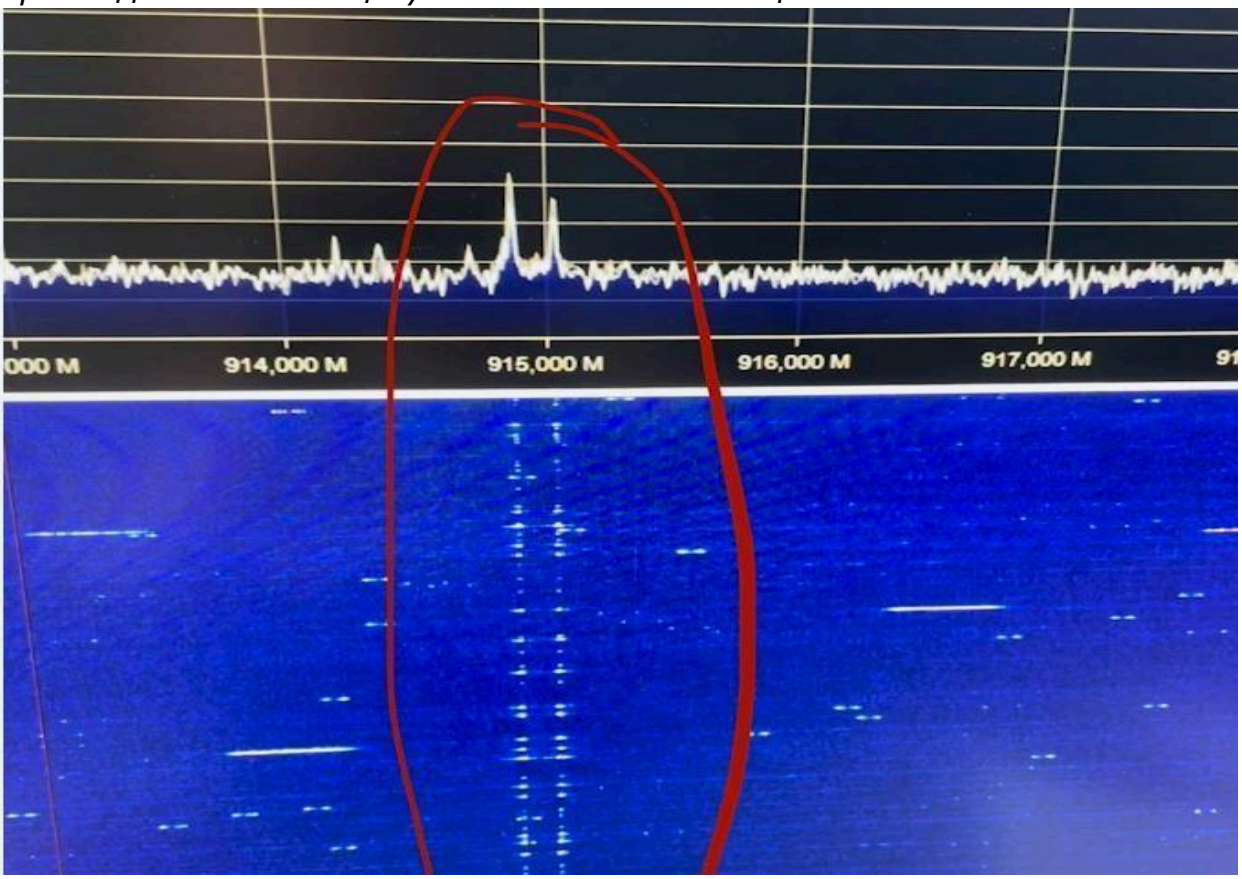



Приклад: сигнал Ланцету на 868 Мгц та Zala на 870 Мгц, який наводить Ланцет

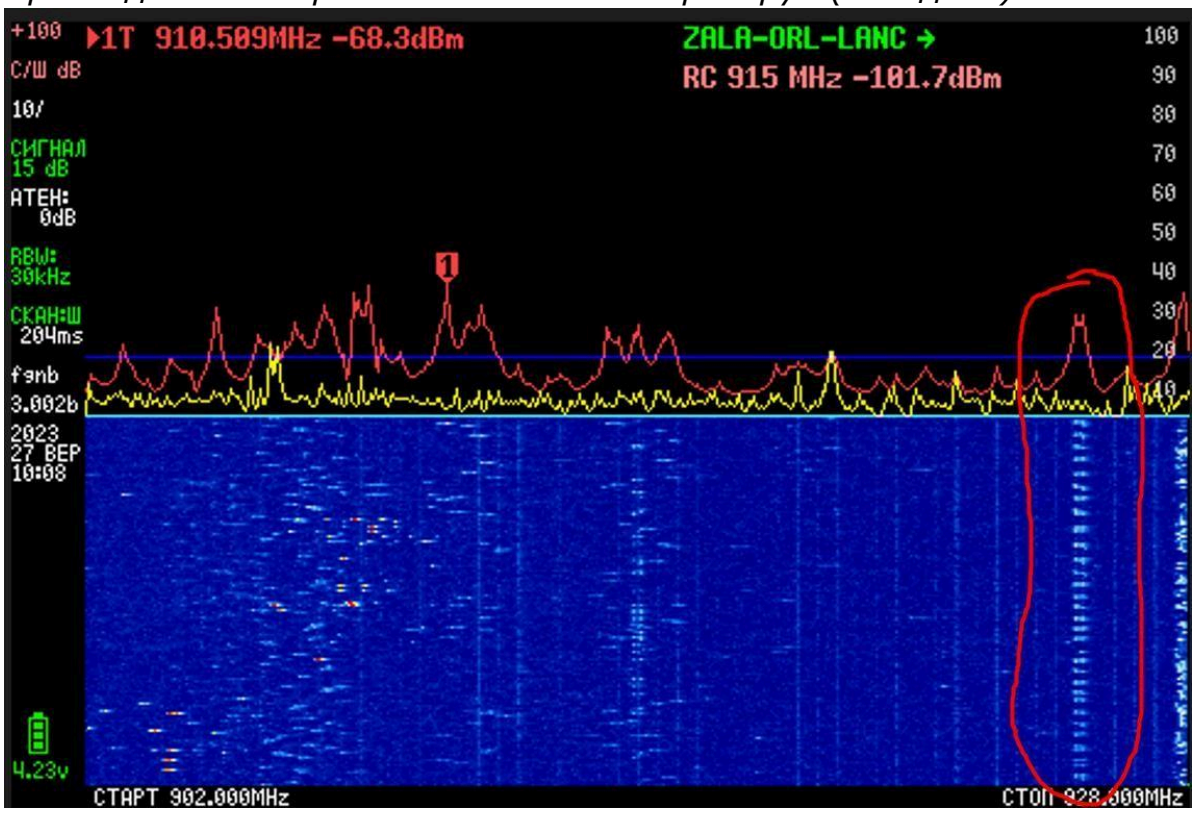


Ланцет та Зала також можуть працювати на частоті 915 МГц

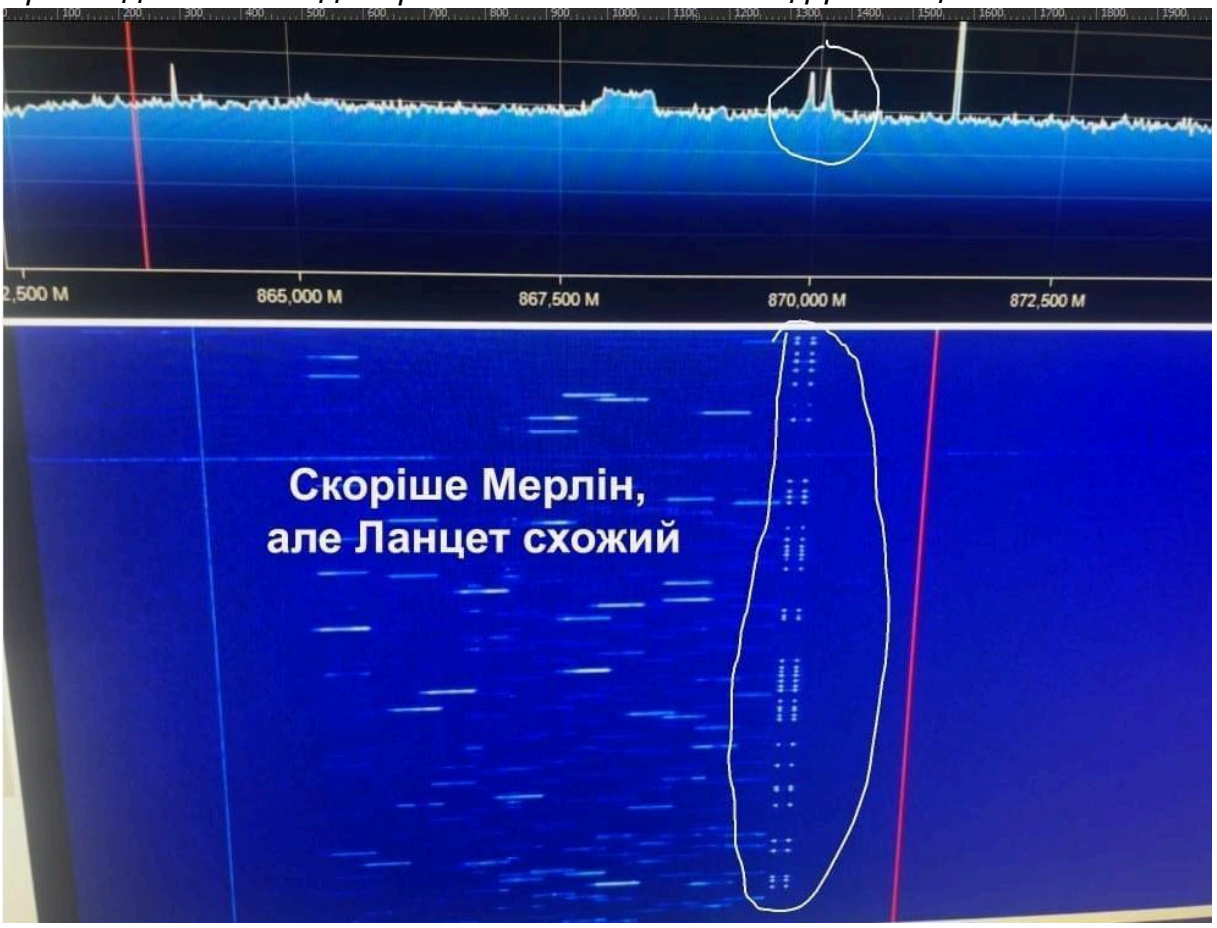
*Приклад: сигнал Ланцету або Зала на 915 МГц*




*Приклад: кілька Орланів зліва та Зала праворуч (обведена).*

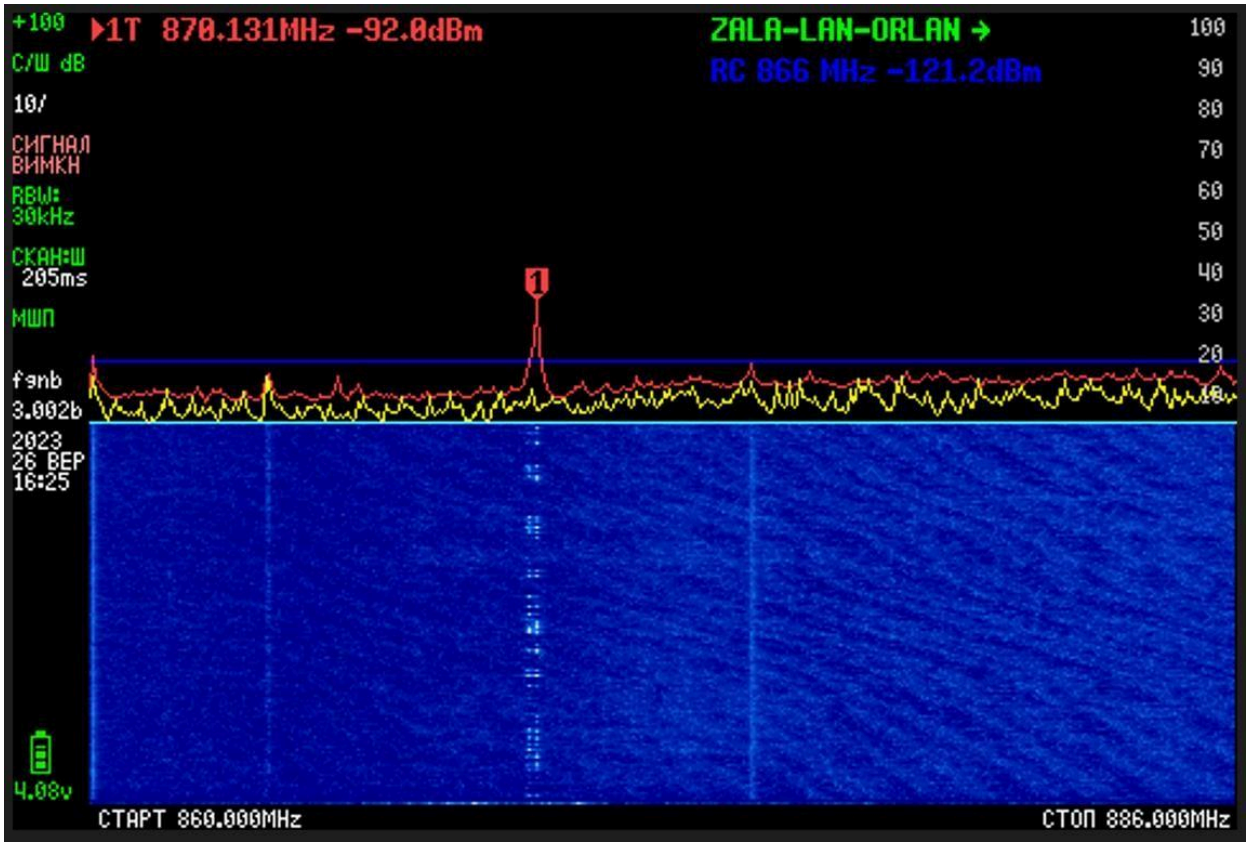


*Приклад: сигнал від Мерліна або Зали 870 МГц Дистанція 15 км*

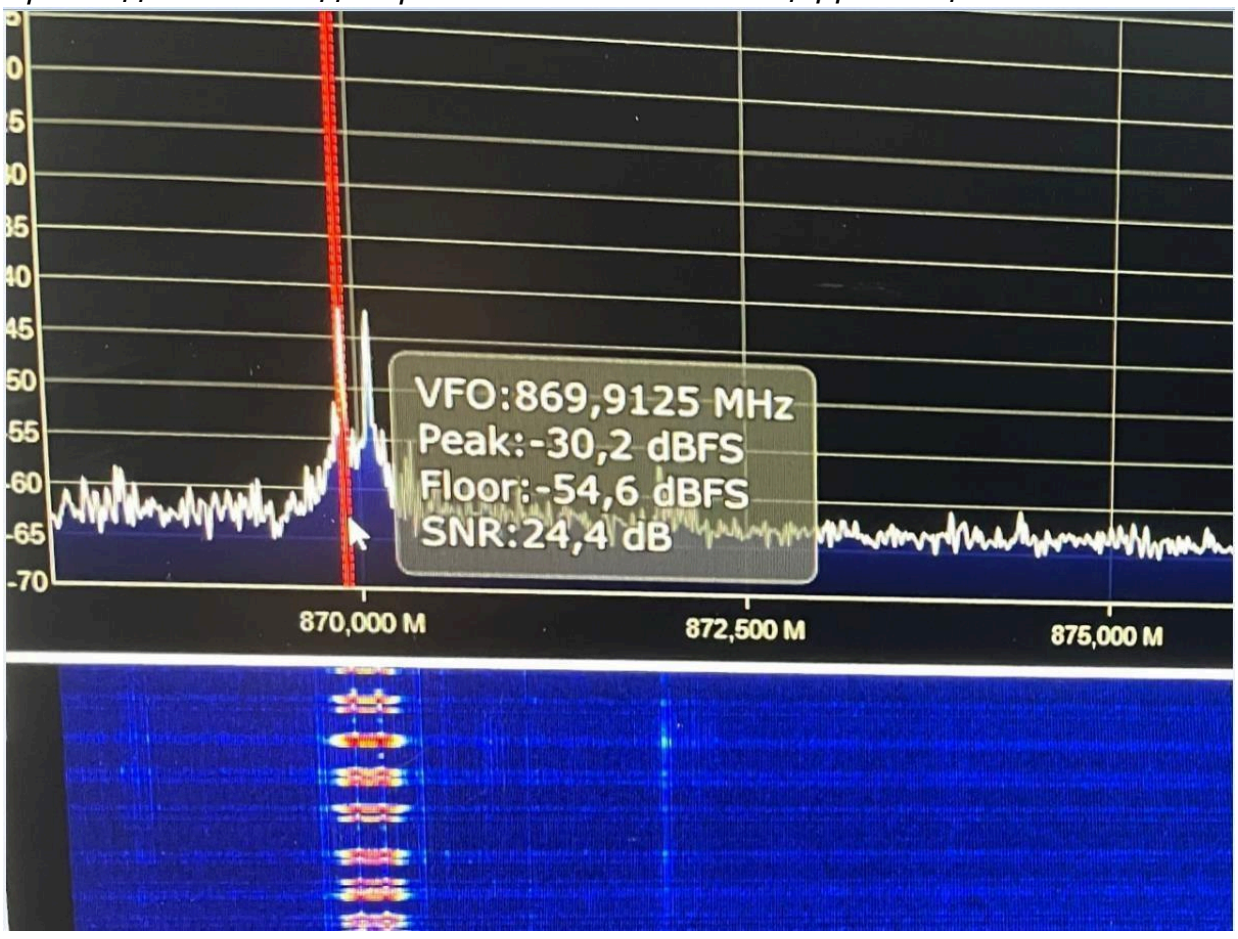



Приклад: сигнал від Мерліна або Зали 870 МГц Дистанція 15 км

*Приклад: сигнал від Мерліна або Зала 870 МГц. Дистанція 20 км.*




*Приклад: сигнал від Мерліна або Зала 870 МГц. Дистанція 5 км.*

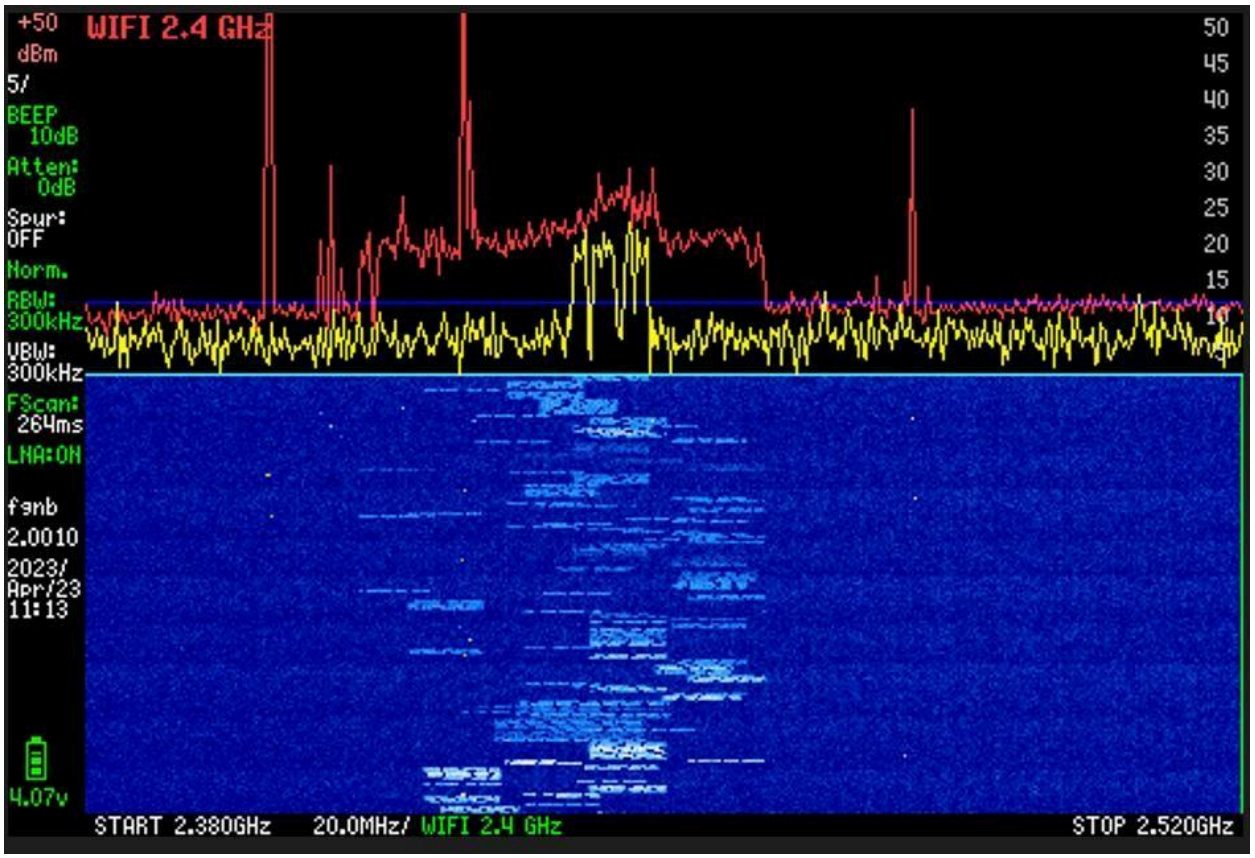


### 3.6 Фіксація з можливістю пеленгації квадрокоптерів DJI, AUTEL

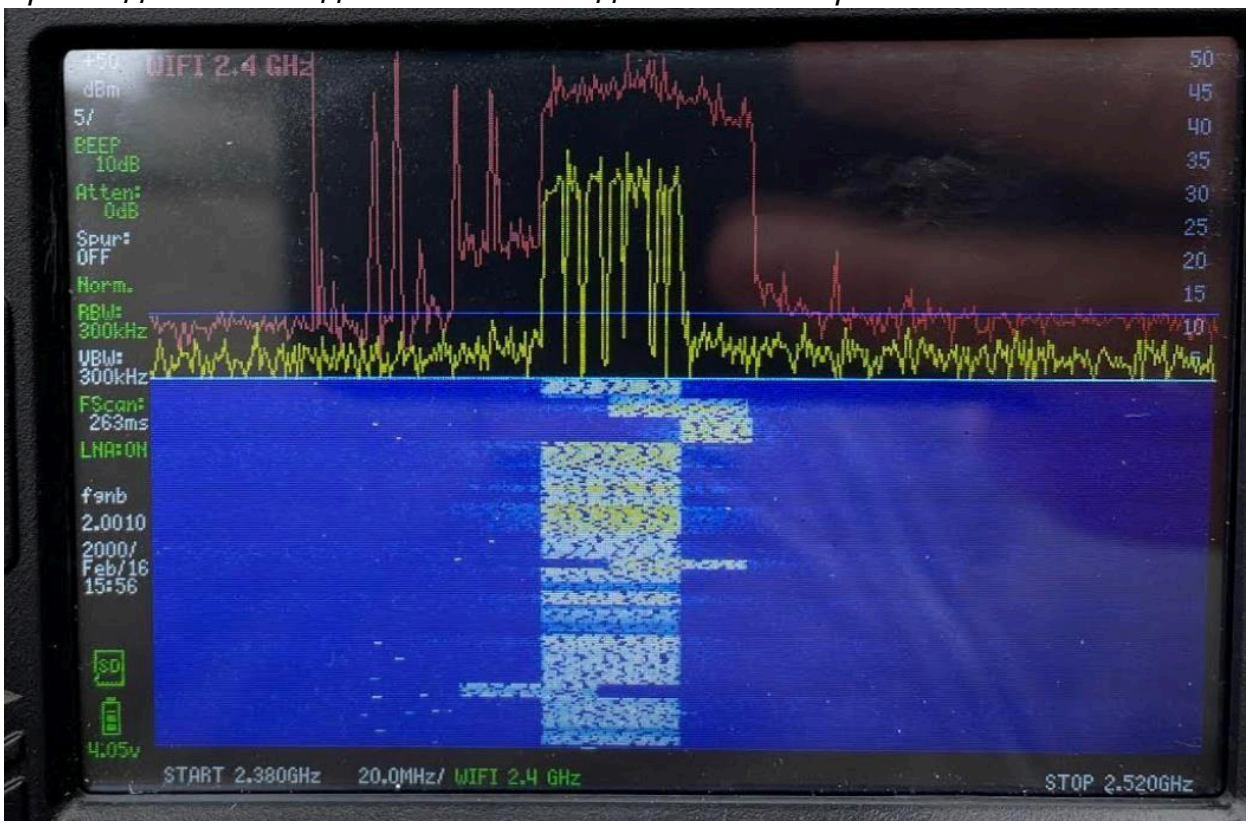
Практично всі квадрокоптери літають із керуванням у частотному діапазоні 2.4 ГГц, 5.2 ГГц, 5.8ГГц. При цьому варто зауважити, що далекі політ здійснюються лише в діапазоні 2.4 ГГц. Винятком є дрон Autel4T, який може керуватися в діапазоні 900 МГц.

Дрон у польоті фіксується приладом на відстані до 3 кілометрів і легко може бути запеленгований. Сучасні дрони використовують технологію ППРЧ і в процесі польоту діапазон роботи дрону може переміщатися ліворуч і праворуч, як це видно на малюнку нижче.

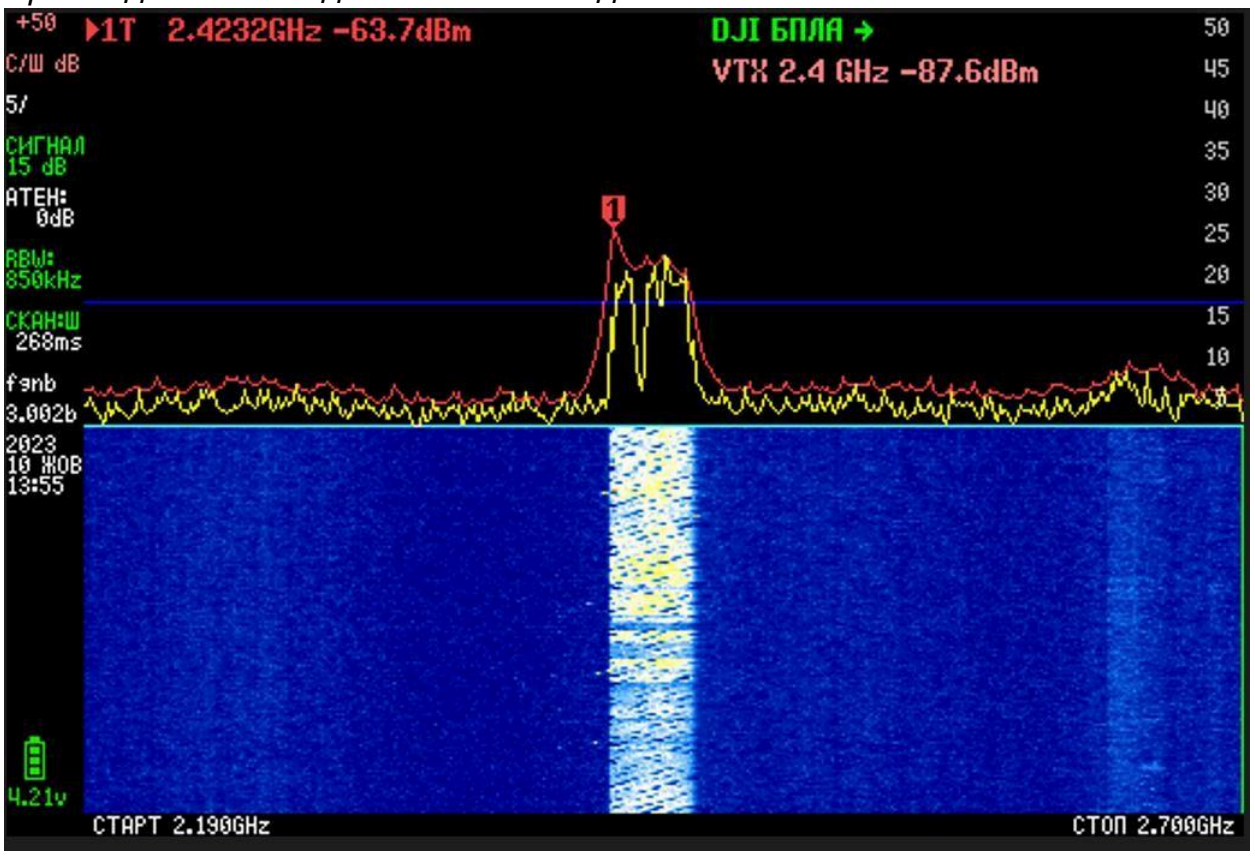
*Приклад: сигнал від DJI Mavic на відстані 2 км. Дрон переміщається по спектру, вибираючи найкращі частоти.*



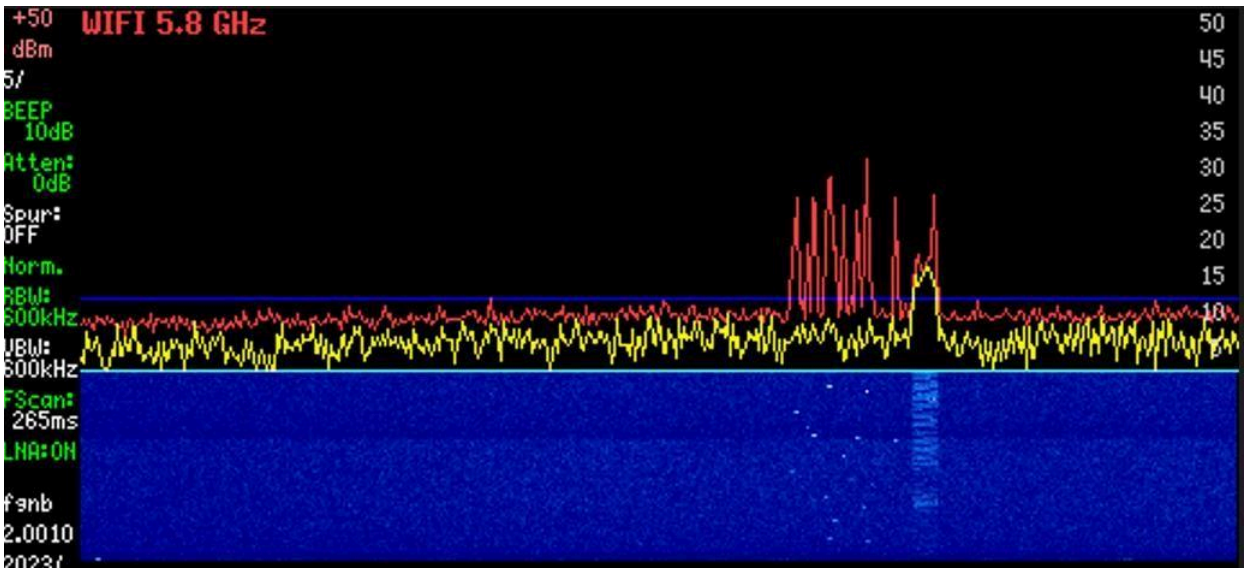
*Приклад: сигнал від DJI Mavic на відстані кілометр*




*Приклад: сигнал від DJI Mavic на відстані 500м*



*Приклад: сигнал від DJI Mavic на відстані 2 кілометри в діапазоні 5.8 ГГц*




### 3.7 Фіксація з можливістю пеленгації квадрокоптерів

**FPV Канал керування FPV дронами**

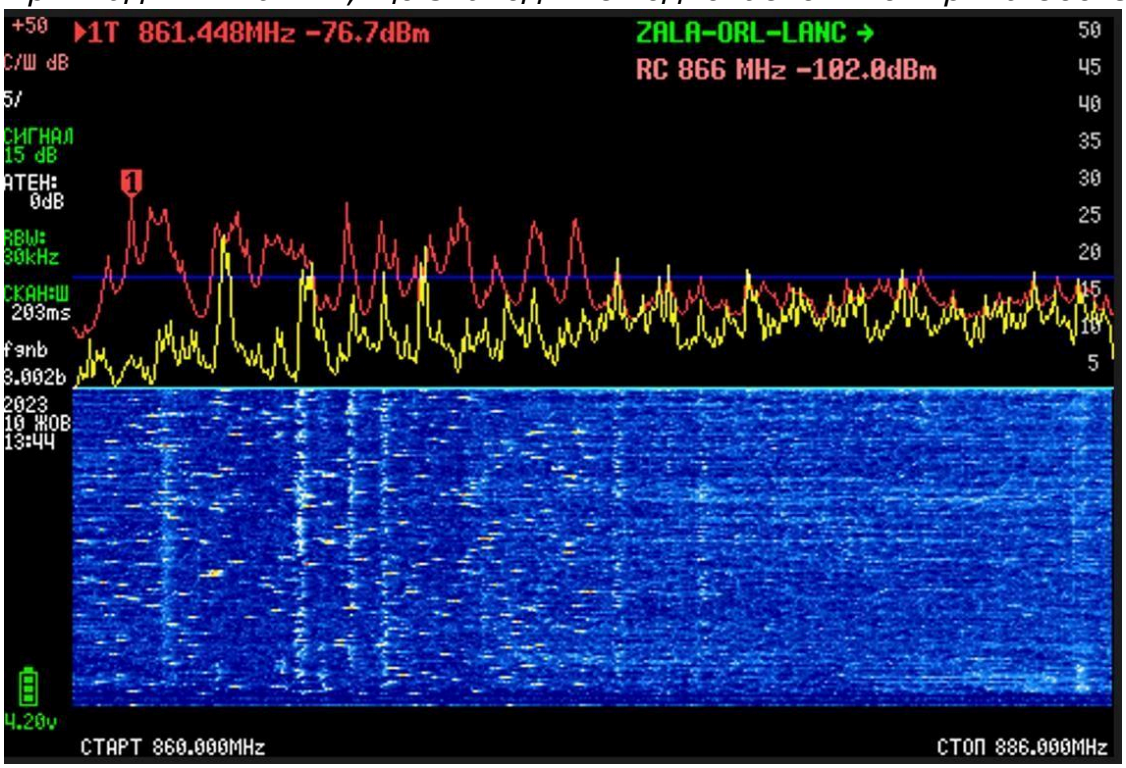
FPV дрони протоколів ELRS та TBS CROSSFIRE працюють:

- «діапазон 868» ППРЧ у ділянці 860-886 МГц

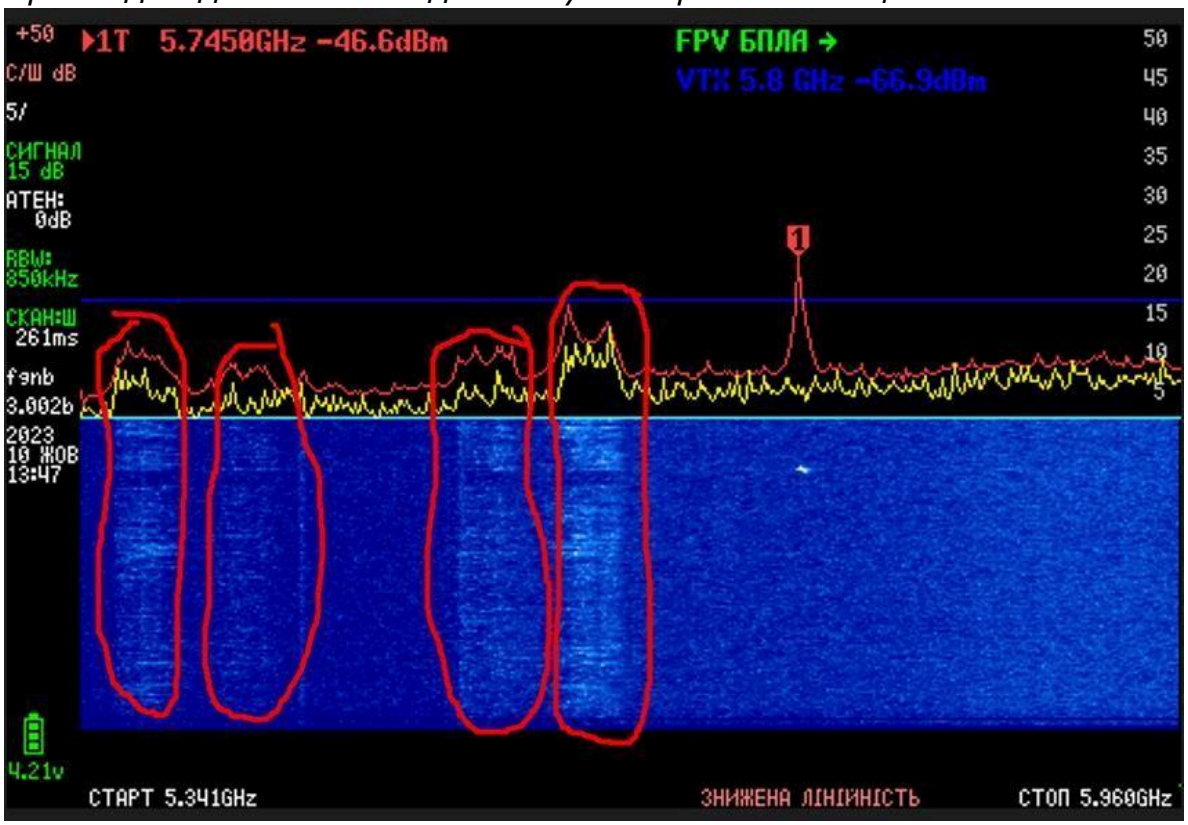
-«діапазон 915» ППРЧ у ділянці 902-928 МГц

На цих частотах випромінює пульт та дрон передає телеметрію. Якщо телеметрія вимкнена, то дрон передає лише відеосигнал на 5.8, 1.3 чи іншому діапазоні

*Приклад: кілька FPV, що знаходяться одночасно в повітрі на 860-886 МГц*



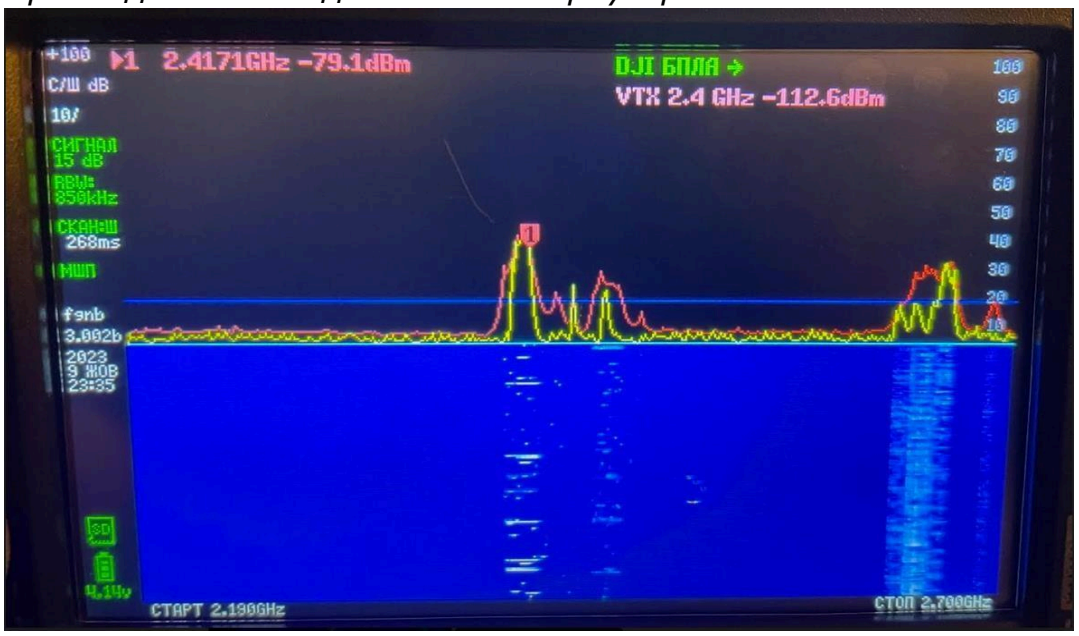
*Приклад: відеосигнали від 4 FPV у повітрі на 5.8 ГГц*




## 3.8 Фіксація з можливістю пеленгації точок WiFi на позиціях супротивника

Прилад дозволяє фіксувати джерела WiFi сигналу на позиціях супротивника. Дані джерела найімовірніше розташовані на командних пунктах і РОП противника. Джерела WiFi визначаються досить далеко, але наявність великої кількості БПЛА на активних ділянках фронту заважатиме визначення точок WiFi

*Приклад: сигнал від кількох WiFi роутерів*



### 3.9 Інші варіанти застосування

Прилад може застосовуватися для виконання інших завдань щодо виявлення:

- Радіостанції на бронетехніці супротивника в діапазоні 30-70 МГц

- телефонів супутникового зв'язку

- перевірки смуги роботи антидрон рушниць

- закладок та маяків на техніці та «волонтерських» вантажах

- перевірки прихованого виходу в ефір трофейних радіостанцій

- перевірки діапазонів частот у яких працює мобільний зв'язок та юстування антен підсилювачів мобільного зв'язку на вишки операторів

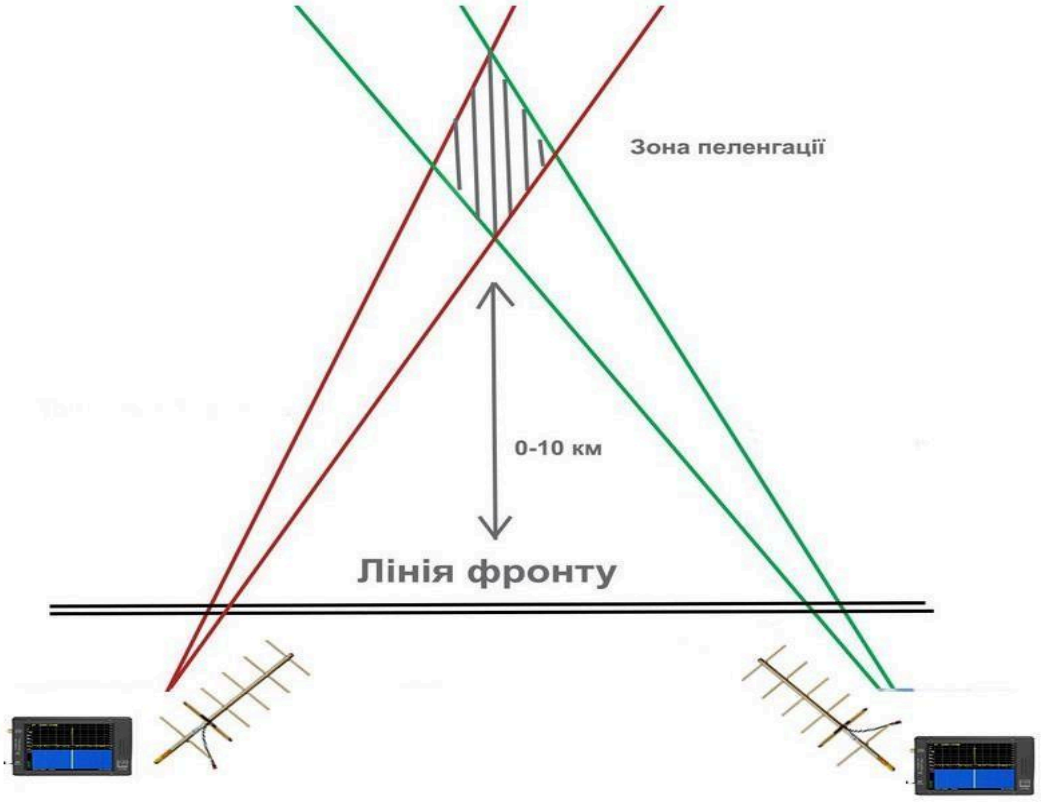
## 4. Пеленгація джерел сигналів

Пеленгація джерела перешкод або сигналу може здійснюватися класичним методом тріангуляції.

Для цього Вам потрібно налаштувати аналізатор на потрібний діапазон і обертаючи спрямовану антену по колу, вибрати напрямок із найсильнішим сигналом. Відзначити пеленг (азимут) на карті або у Крапиві. Повторити той самий процес на іншій точці, від'їхавши кілька кілометрів. Перетин двох пеленгів дасть Вам місце розташування об'єкта. В ідеалі потрібно робити пеленгацію з висот, щоб сигнал був досить сильний. Також краще взяти не два, а три пеленги для збільшення т очності.

Для точності пеленгації Вам потрібна антена з вузькою діаграмою спрямованості. Для цього добре підходить антена хвильовий канал (Yagi). Безумовно, точність пеленгації буде низька (порівняно з пеленгаторами Пластун або ТСІ) але цілком достатня, щоб визначити приблизну зону джерела сигналу і «дорозвідати» її вогнем артилерії або БПЛА.

Пеленгацію потрібно проводити на відстані декількох метрів від великих металевих або залізобетонних об'єктів.




**5. Визначення відстані до цілі**

Визначити відстань до джерела сигналу можна за рівнем сигналу. Це буде лише приблизне розуміння відстані.

На рівень сигналу впливатиме тип антени, наявність кабелю між антеною та приладом, коефіцієнт посилення малошумного підсилювача, місце прийому та потужність передавача. Тому фактично Ви зможете за своїм досвідом через якийсь час розуміти дистанцію, але тільки приблизно.

Коли на водоспаді сигнал ледь помітний, то рівень дуже слабкий і джерело далеко.

Коли сигнал став чіткий, то відстань до об'єкта поменшала.

Коли сигнал на водоспаді жовтий, то рівень дуже сильний. При цьому піки сплесків зашкалюють на весь екран. Це означає що джерело від Вас буквально в межах кілометра.

Ці співвідношення рівнів сигналів та відстаней різні для різних цілей. Для Мавіків одне, для Орланів інше. Тому тут Вам допоможе тільки особистий досвід.